



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EFFECTO DE LA FORMA FÍSICA Y DENSIDAD DEL ALIMENTO
SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LAS
GALLINAS EN POSTURA

TESIS

QUE PRESENTA

IVÁN ARAGÓN TREJO

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

ASESOR
Dr. Aureliano Juárez Caratachea

Morelia, Mich, Febrero de 2007.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS
DE HIDALGO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**“EFECTO DE LA FORMA FÍSICA Y DENSIDAD
DEL ALIMENTO SOBRE EL COMPORTAMIENTO
PRODUCTIVO DE LAS GALLINAS EN POSTURA”**

TESIS QUE PRESENTA

IVÁN ARAGÓN TREJO

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

MORELIA, MICHOACÁN, FEBRERO DE 2007



ÍNDICE

	Página
RESUMEN_____	IV
INTRODUCCIÓN_____	1
HIPÓTESIS_____	9
OBJETIVO_____	9
MATERIAL Y MÉTODOS_____	10
RESULTADOS Y DISCUSIÓN_____	14
CONCLUSIONES_____	21
BIBLIOGRAFÍA_____	22

ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS

TABLA 1. Ingredientes de la dieta en forma de harina; (mediana densidad)_____	11
TABLA 2. Proporción de nutrientes y costo por tonelada de alimento en forma de harina (mediana densidad)_____	11
TABLA 3. Ingredientes de la dieta en forma de harina (alta densidad)_____	12
TABLA 4. Proporción de nutrientes y costo por tonelada de alimento en forma de harina (alta densidad) _____	12
CUADRO 1. Efecto de la densidad de la dieta sobre; el peso corporal de las gallinas en postura_____	14
CUADRO 2. Efecto de la densidad de la dieta sobre; el comportamiento productivo de gallinas en postura_____	16
CUADRO 3. Efecto de la densidad de la dieta y la forma física del alimento sobre los indicadores de calidad interna del huevo._____	17
CUADRO 4. Costo de producción del huevo con dietas de diferente densidad y presentación del alimento_____	18

EFFECTO DE LA FORMA FÍSICA Y DENSIDAD DEL ALIMENTO SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LAS GALLINAS EN POSTURA

Iván Aragón Trejo * y Aureliano Juárez Caratachea **

*tesista, **asesor

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el efecto de la forma física del alimento (pelets y harina) y la densidad de nutrientes (proteína y energía), en el desempeño productivo de gallinas en postura. Para ello se usaron 24 gallinas Rhode Island Red de 40 semanas de edad, distribuidas aleatoriamente en tres lotes de 8 gallinas cada uno. El lote A recibió alimento peletizado con 16 % de proteína cruda (PC) y 2850 kcal de energía metabolizable (EM) por kg de alimento, el lote B alimento en harina con 18 % de PC y 3000 kcal de EM y el lote C alimento en harina con 20 % de PC y 3150 kcal de EM, clasificados como testigo, de mediana y alta densidad, respectivamente. El alimento y el agua se ofrecieron a voluntad. Los resultados indican que las aves alimentadas con pelets y harina de mediana densidad no mostraron diferencias estadísticas ($p>0.05$) en producción de huevos por gallina por semana, masa de huevos y consumo de alimento por ave y por día: 6.4 vs 6.2 huevos; 1.638 vs 1.562 kg de huevo y 125 vs 119 g, respectivamente. El costo de producción del kg de huevo, por concepto de alimento fue: \$ 6.94 para dieta peletizada y \$ 5.91 para harina de mediana densidad. En todas las mediciones realizadas la dieta en harina de alta densidad mostró valores estadísticamente diferentes ($p<0.05$). En síntesis, se observó que al elevarse el contenido calórico de la dieta disminuye el consumo de alimento y en consecuencia del resto de los nutrientes, alterando la eficiencia alimentaria, como ocurrió con la dieta harinificada de alta densidad.

EFFECTO DE LA FORMA FÍSICA Y DENSIDAD DEL ALIMENTO SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LAS GALLINAS EN POSTURA

INTRODUCCIÓN

Los mecanismos que regulan el consumo de alimentos se han estudiado desde diferentes ángulos: fisiológicos, neurológicos, ambientales y bioquímicos. Por lo que se ha elaborado un número importante de hipótesis, lo que demuestra la imposibilidad de una explicación simple de este proceso.

La observación del ritmo de alimentación en las gallinas de postura ha permitido explicar las diferencias de consumo entre alimentos de diferente presentación física (harina o pelets) y ha mostrado que las aves responden ante las diferencias de su entorno, principalmente con una adaptación de su comportamiento (Savoy, 1988).

Se sabe que la formulación que es una de las áreas más críticas de la producción de un pienso de alta calidad, en ello están involucradas muchas decisiones del nutricionista como la molienda de los ingredientes para ayudar a facilitar la uniformidad del mezclado y la digestibilidad del pienso. Es importante hacer pruebas de tamaño de partículas para asegurarse que las mallas de los molinos estén bien y no permitan el filtrado de partículas muy gruesas. El tamaño de la partícula varía de acuerdo a la clase de alimento que se va a producir y la edad de los animales para los cuales esta hecha esta dieta (Rosales y Linipur, 2001).

El mezclado de los ingredientes es un proceso importante y complejo en la producción de alimentos. Mezclar ingredientes con propiedades físicas y químicas diferentes no es tarea fácil, se debe de seguir todos los detalles de elaboración: un pesaje correcto, ajustándose al orden adecuado y hacer la mezcla en el tiempo adecuado; mezclar por mucho tiempo los ingredientes pueden producir un desmezclado. Además el tiempo de mezclado varía de una mezcladora a otra (Rosales y Linipur, 2001).

El proceso de peletizado esta definido como la aglomeración de partículas pequeñas en partículas más grandes por medio de un proceso mecánico en combinación con humedad, calor y presión. El proceso no ha sufrido mayores cambios tecnológicos en los últimos 50 años, desde la introducción del proceso de paletizado el desarrollo tecnológico se ha centrado principalmente en el mejoramiento de la calidad de los gránulos o pelets a tiempo de que se mantiene una producción aceptable (Falk, 1985).

Se sabe que al paletizar las raciones de las aves aumenta la ganancia de peso y mejora la eficiencia alimenticia comparada con dietas en forma de harina, no procesadas. Mientras que las ventajas del peletizado sobre el crecimiento de las aves han sido bien documentadas (Moran, 1989; Jensen, 2000).

Las mejores características de manipulación del alimento incluyendo densidad, mejor flotabilidad y prevención de segregación de ingredientes, contribuyen al valor de alimentar con dietas peleteadas. La respuesta en ganancia de peso y eficiencia alimenticia de las aves alimentadas con dietas peleteadas mejora ostensiblemente cuando la dieta presenta una buena calidad de pelet. (Proufoot y Sefton, 1978).

Para optimizar el crecimiento de las aves es importante elaborar una dieta de pelet de alta durabilidad, que no genere una cantidad sustancial de partículas finas durante su transporte y manipulación. Comúnmente la formulación de la dieta es el mayor determinante en la calidad del pelet. En general debe reconocerse que el acondicionamiento y el peleteado no favorecen una solubilización extensa del granulo de almidón, las propiedades viscoelásticas debidas a la hidratación y desarrollo parcial de la fracción del gluten contribuyen principalmente a la ligación de partículas, mientras que las ventajas de la gelatinización sobre la estabilidad del pelet parecen ser frecuentemente secundarias, por lo tanto cereales ricos en proteínas tales como el trigo contribuyen a la calidad del pelet, más fácilmente que el maíz (Mc Kinney y Teeter, 2003).

Como se ha reconocido que las aves no exhiben un mejor crecimiento con dietas peleteadas que contengan niveles altos de alimento fino, puede concluirse que la presencia de pelets intactos tiene mayor importancia que los cambios físicos y químicos reales que el alimento experimenta durante su procesado. La presencia de dietas peleteadas en lugar de harina tienden a aumentar con la edad de las aves, sugiriendo que las aves más maduras desean un alimento en forma de partícula que acompañe los cambios en la cavidad oral (Moran, 1989).

Si bien se acepta que la mejora del desempeño resulta del aumento de digestibilidad de la dieta, la investigación ha demostrado que cuando las dietas peleteadas son molidas nuevamente hasta la consistencia de harina, la respuesta en crecimiento al peleteado desaparece (Hussar y Roble, 1962).

Se ha observado que las aves alimentadas con dietas en harina y paletizada comían aproximadamente la misma cantidad de dieta, pero las aves alimentadas con el peleteado de esa misma harina altera físicamente el desempeño de la partícula, modificando por lo tanto el consumo de alimento. Por consiguiente es importante determinar los efectos del tamaño de partícula sobre la calidad del pelet y finalmente sobre el desempeño de las aves (Killbourn y Edwards, 2001).

La forma física del alimento pudiera tener un efecto estimulador en el tracto digestivo, que mejora la utilización de los nutrientes de pelet. Una conversión alimenticia más baja es principalmente el resultado de un consumo de alimento incrementado o a la desaparición del alimento asociado con pelet de baja calidad (Hussar y Roble, 1962).

La mezcla de los pelets puede comprimirse con un equipo especializado para formar pelets de diferentes tamaños. Estas máquinas peletizadoras están compuestas de un troquel con decenas de orificios en un diámetro específico, a través de los cuales el alimento es forzado a pasar bajo presión. Con los pelets las aves no pueden escoger otras partes del alimento se lo deben de comer todo (North y Bell, 1983).

Para la producción de pelets más firmes se agrega vapor a la mezcla durante el proceso de peletizado. Esta humedad más el calor generado bajo el proceso de peletizado, aumenta la gelatinización de la mezcla por lo tanto se forman los pelets más firmes. Cuando se agrega grasa al alimento los pelets tienden a volverse migajas por lo que las grasas actúan más como lubricantes que como adhesivo (North y Bell, 1983)

El proceso de peletizado ofrece muchos beneficios a la industria avícola, entre las ventajas que ofrece, en comparación con los alimentos en harina se incluye un aumento en la facilidad del manejo, disminución en la segregación de ingredientes y la oportunidad de destruir a cualquier salmonela que pudiese encontrarse en los ingredientes durante el proceso (Campabandal, 1993).

Los fabricantes de sistema de peletizado, se han concentrado en aumentar la temperatura de acondicionamiento de harina a fin de aumentar el máximo la gelatinización del almidón (Castaldo, 1998).

En teoría, el almidón gelatinizado envuelve o atrapa los glóbulos de grasa presentes en el alimento por lo que la planta para alimentos para pollo agrega hasta el 3% de grasa al alimento en la mezcladora sin que se haya observado una reducción en la durabilidad del pelet no obstante, la presión y las altas temperaturas en el peletizado pueden destruir algunos nutrimentos como las vitaminas (Castaldo, 1998).

Ventajas de los pelets:

1. La pérdida por corrientes de aire es menor con los pelets que con la harina.
 2. Se elimina lo polvoso del alimento y reduce la alimentación selectiva
 3. El peletizado destruye algunas bacterias presentes en el alimento (salmonela).
 4. El paletizado aumenta la densidad del alimento y las aves pueden consumir más alimento con menos energía.
 5. El calor, la humedad y la precisión del proceso de peletizado puede aumentar la eficiencia de la ración.
 6. Hay menos desperdicio de alimento en los comederos
 7. Se gasta menor tiempo y energía para la ingesta
 8. Palatabilidad mejorada
- (Castaldo, 1998).

La peletización reduce el desperdicio de los alimentos en la granja y esto se debe a la anatomía aviar, sin dientes y con la necesidad de utilizar la gravedad para consumir su comida el alimento con partículas de tamaños desiguales pueden aumentar el desperdicio puesto que las partículas más pequeñas, fácilmente caen Fuera de la boca del ave. Para llenar el buche o inglubis un ave que consume finos o alimento molido debe pasar más tiempo estando de pie para consumir su comida (North y Bell, 1983).

Desventajas de los pelets:

1. Hay un costo adicional al paletizar
 2. Algunos pelets se deshacen cuando se mueven por sistemas de comederos automáticos y se pierden las partículas más finas
 3. Los pelets aumentan el consumo de agua
 4. Los excrementos son más acuosos cuando se alimentan con pelets
 5. Los pelets aumentan la incidencia de canibalismo.
- (Castaldo, 1998).

Molienda

El éxito de un programa de alimentación para que este produzca excelentes rendimientos productivos, no solo depende del alimento balanceado que se formule, sino también de la forma en que se manufacture, como se maneje el alimento a nivel de granja y se suministre a las aves. En muchas ocasiones en el papel la fórmula es perfecta pero en la práctica causa una reducción en los rendimientos productivos (Forbes, 1991).

La estructura física del pienso (alimentación, humedad, tamaño de partículas, forma de presentación y utilización de granos enteros), afecta la digestibilidad de los nutrientes, la composición de la microflora intestinal y el consumo. Antiguamente el suministro de papillas era común en pollos caseros pero hoy día no es una práctica habitual en los sistemas de producción intensiva, debido a problemas de manejo (Forbes, 1991).

La molienda ya sea por molinos de martillo o por fricción es un factor importante en la utilización eficiente de un alimento. Cada especie animal tiene su tamaño

óptimo de partículas. Los cerdos y las vacas utilizan mejor el alimento molido en cribas de 3.18 a 4.75 mm mientras que las aves son de 4.75 a 6.35 mm tan negativo es un alimento muy fino por problemas de polvosidad y por problemas de úlceras como uno muy grueso por problemas de selección (Lott, 1992).

El tamaño de la partícula afecta el consumo de agua. Entre más gruesa sea la partícula menos agua consume el ave por lo contrario el grado de voluminosidad de la dieta también afecta al consumo de agua, alimentos muy voluminosos (altos en fibra) incrementan el consumo de agua de las aves con presencia de excretas húmedas (Lott, 1992).

La molienda fina de las materias primas es una práctica común en piensos para broilers debido a sus efectos positivos sobre la digestibilidad de los nutrientes y la granulación de los piensos (Douglas, 1990).

Las propiedades físicas de los ingredientes pueden afectar el mezclado de un alimento. Según Behnk (1992) el mezclado es un proceso sencillo si todas las propiedades físicas de los ingredientes son similares. Este autor observó que los factores que más afectan el mezclado son el tamaño, la forma de la partícula y su densidad. Las partículas grandes y pequeñas no se mezclan bien, así el mezclado será mejor si se mezclan partículas de tamaños intermedios.

Las partículas de alta densidad tienden a separarse o irse al fondo, mientras que las de baja densidad tienden a flotar, por lo que es importante el orden de adición de los ingredientes y el tiempo de mezclado para obtener una homogeneidad en el producto final ya que el grado de molienda muy fino produce cierta compactación en el pico de las aves y tiende a reducir el consumo de alimento (Behnk, 1992).

Muchos de los ingredientes se encuentran en forma de triturados. Otros como los granos enteros deben triturarse antes de mezclarse en la ración, lo esencial es que la harina, por lo menos en teoría, cada pedacito de alimento es una dieta balanceada que contiene todos los requerimientos en forma finamente triturada. Pero las aves encuentran las mezclas finamente trituradas sin buen sabor, son

muy secas y pegajosas por tanto, las mezclas compuestas de materiales de partículas de tamaño mediana mejoran la capacidad del ave para comerlas adecuadamente (North y Bell, 1983).

Es imposible asegurar que todos los ingredientes están en el alimento con esta textura, algunos están disponibles solo como producto finamente triturado. Por lo que es importante que, los granos de cereal no deben triturarse a consistencia fina en cambio esto significa que las aves tenderán a seleccionar partícula mayores de los granos de cereal de la mezcla en primer término y dejarán al material más fino al final (North y Bell, 1983)

La disminución de la ingesta de pienso es la causa principal de bajo rendimiento en temperaturas muy altas. Las recomendaciones siguientes han demostrado tener un efecto positivo sobre la supervivencia y el rendimiento de las aves que sufren estrés por calor:

- 1.- Asegurarse de que el pienso tiene una presentación de buena calidad (migajas, gránulos o harina), para fomentar el apetito de las aves.
- 2.- El pienso no debe almacenarse más de una semana para evitar la posible proliferación de micotoxinas.
- 3.- Fomentar que las aves coman durante las horas menos calurosas del día, ya que han de pasar de dos a cuatro horas después de comer para que se produzca la máxima energía y las aves eliminen el calor metabólico (Cockshott, 2004).

Densidad de la dieta

En relación con la densidad de la dieta se sabe que a menor densidad de ésta se puede modificar la velocidad del crecimiento en los pollos de engorda, que es con quienes más se ha practicado este tipo de dietas. A una mayor concentración de nutrientes se obtiene un aumento en el peso corporal, mayor mortalidad por el Síndrome Ascítico (SA) y una menor conversión alimenticia. Con dietas de menor densidad, la disminución del SA no es tan marcada en los programas de restricción de alimento y existe una respuesta negativa hacia la conversión alimenticia (Arce *et al*, 1994).

El concepto menor densidad nutritiva durante un largo periodo se confunde con dietas desbalanceadas, por lo que los efectos adversos sobre peso corporal y principalmente en la conversión alimenticia puede ser sumamente costosos, además las desventajas anteriormente mencionadas. Estos programas se llegan a utilizar sin efectuar una evaluación económica y solamente toman en cuenta el porcentaje de mortalidad. Es necesario determinar el equilibrio económico entre el costo de la dieta y los parámetros productivos antes de aplicar estas medidas (Arce *et al.*, 1994).

La presentación del pienso, particularmente la acumulación de finos en el mismo producto de una mala calidad de gránulo, tendrá un impacto negativo en el rendimiento del pollo. Los informes de las encuestas indican que hay aves que solo reciben de 28 a 37% de gránulo intacto. La deficiencia de la calidad del gránulo, entonces, se convierte en una barrera significativa que impide lograr un rendimiento optimo de las aves (www.aviagen com, 2005).

Generalmente se presupone que moliendo las materias primas hasta obtener partículas finas se consigue una mejor calidad de gránulo. Esto sin embargo no tiene una clara base científica, los beneficios potenciales que pueda tener el moler las materias primas hasta obtener partículas finas para mejorar la calidad del gránulo tendrían que ser contrastados con el incremento de energía que gasta el molino de pienso al llevar a cabo dicho proceso (www.aviagen com, 2005).

El uso de dietas diluidas para reproductores está recibiendo mucha atención en Europa occidental en aras de mejorar el bienestar de las aves. En trabajos experimentales con lotes de reproductores jóvenes se administraron dietas de baja densidad energética cuyos resultados fueron: retraso en el desarrollo inicial de los oviductos aumento del tamaño del huevo de fase inicial, desarrollo del embrión más rápido y peso vivo más alto de los pollitos de un día (Kenny y Kemp, 2002).

Cuando la mortalidad de las aves está por encima de la media, el pienso de baja densidad para reproductores trajo como consecuencia una reducción significativa de la mortalidad de su progenie. Otro trabajo experimental también demostró

mejoras en el rendimiento productivo de los reproductores al suministrarles dietas diluidas durante la etapa de crianza (Kenny y Kemp, 2002).

Hipótesis

La estructura física de los alimentos (harina o pelets) y la densidad de las dietas (alta o baja concentración de energía y proteína) juegan un papel importante en la estimulación del consumo y la digestibilidad de los nutrimentos, por lo que es factible que al ofrecer alimento en forma de harina o pelets, con alta o baja concentración de energía y proteína a las gallinas en postura, se observe diferente comportamiento productivo.

Objetivo general

Evaluar el efecto de la forma física de presentación del alimento y la densidad de las dietas, en el desempeño productivo de gallinas en postura.

Objetivos particulares

1. Determinar el consumo de alimento en forma de harina y pelets en gallinas en postura.
2. Evaluar el efecto de la densidad del alimento en el consumo de gallinas en postura.
3. Estimar los indicadores productivos de las gallinas, alimentadas con dietas en harina, pelets y diferente densidad.
4. Calcular costos de producción para gallinas alimentadas con harina, pelets y diferente densidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se realizó en las instalaciones del Sector Avícola de la Posta Zootécnica, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). Geográficamente la Posta Zootécnica se localiza en el km 9.5 de la carretera Morelia Zinapécuaro, municipio de Tarímbaro, Mich. La región se caracteriza por tener un clima templado con lluvias en verano, temperatura media anual es de 16 °C, con variación de -2 a 32, altitud de 1800 metros sobre el nivel del mar, precipitación pluvial anual media de 609 mm (CIDEM. 2000).

Para el presente trabajo se utilizaron 24 gallinas doble propósito de la estirpe Rhode Island Red, de 40 semanas de edad, seleccionadas aleatoriamente de la parvada que mantiene el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IIAF), en la caseta avícola de la FMVZ de la UMSNH, igualmente se distribuyeron al azar en jaulas individuales tipo batería, con dimensiones 40 x 40 x 45 cm (largo, ancho y alto, respectivamente).

Los alimentos que se utilizaron fueron: comercial en forma de pelets y 2 en forma de harina, elaborados en el Taller de Nutrición y Alimentos Balanceados de la FMVZ-UMSNH, cada uno se administraron a un grupo de 8 gallinas. Los nutrientes del alimento comercial, en forma de pelets fueron: 16 % de proteína cruda (PC), 2850 kcal de energía metabolizable (EM) por kg de alimento, 3.5 % de calcio (Ca) y 0.45 % de fósforo disponible (P). Las raciones en forma de harina, fueron clasificadas como de mediana y alta densidad. Los ingredientes utilizados, se muestran en las Tablas 1, 2, 3 y 4.

Tabla 1. Ingredientes de la dieta en forma de harina, elaborada en el Taller de Alimentos, para gallinas en postura (mediana densidad).

Ingrediente	Porcentaje
Sorgo	45.74
Soya 44pc	33.08
Carbonato de Ca	10.81
Fosfato dicalcico	1.26
Sal	.4
Vit + Min	.3
Metionina	.09
Colina	.1
Bicarbonato de Na	.3
Aceita vegetal	7.79
Pigmento	.13

Tabla 2. Proporción de nutrientes y costo por tonelada del alimento en forma de harina, para ponedoras (18.0% PC), (mediana densidad).

Nutriente	Nivel
EM	3000 Mcal/kg
PC	18.0 %
Calcio	4.076 %
Fósforo	.4 %
Licina	1.16
Met+Cist	.73 %
Treonina	.81 %
Triptófano	.26 %
Costo	\$2.700.00/ton

Tabla 3. Ingredientes de la dieta en forma de harina, elaborada en el Taller de Alimentos, para gallinas en postura (alta densidad)

Ingrediente	Porcentaje
Sorgo	43.25
Soya 44pc	23.36
Carbonato de Ca	11.82
Fosfato dicalcico	1.5
Sal	.4
Vit + Min	.3
Metionina	.01
Colina	.1
Bicarbonato de Na	.3
Aceita vegetal	9.0
Pigmento	.13
Lisina	.01
Gluten de maíz	9.82

Tabla 4. Proporción de nutrientes y costo por tonelada del alimento en forma de harina, para ponedoras (20.0 % de PC), (alta densidad)

Nutriente	Nivel
EM	3150 Mcal/kg
PC	20.0 %
Calcio	4.47 %
Fósforo	.44 %
Licina	.95
Met+Cist	.80%
Treonina	.80 %
Triptófano	.22 %
Costo	\$2.770.00/ton

Las variables bajo control fueron peso vivo inicial, peso vivo final, consumo de alimento individual, peso del huevo y peso del cascarón los cuales se pesaron en una báscula electrónica. El diámetro longitudinal del huevo, diámetro transversal, altura de clara, diámetro de clara, altura de yema y diámetro de yema se midieron con un Vernier o pie de rey. El índice de cascarón se calculo mediante la siguiente ecuación: $\text{peso del cascarón} / \text{peso del huevo} \times 100$ y la pigmentación de la yema se determino con el uso del abanico Roché (Hoffman, 1975).

Los resultados que arrojó el trabajo se procesaron estadísticamente mediante el paquete estadístico SAS (SAS, 1996) y la diferencia entre medias para determinar el efecto de la densidad de la dieta, respecto a las variables estudiadas, se trataron con la prueba de Duncan. (Duncan,1955). Posteriormente, se condensaron los resultados en tablas para facilitar su análisis y discusión.

RESULTADOS Y DISCUCIÓN

Al probar el efecto de tres dietas con diferente densidad nutricional en proteína y energía y dos diferentes formas físicas de presentación (pelet y harina), para consumo, peso vivo, rendimiento, conversión y costo en gallinas en postura, se observó que las dietas en pelet y harina en mediana densidad no mostraron diferencias estadísticas ($p>0.05$) en peso vivo, producción de huevo, y eficiencia alimentaría. En comparación con la dieta harinificada de alta densidad cuyos resultados fueron adversos como se muestra en los cuadros 1, 2, 3, y 4

Cuadro 1 Efecto de la densidad de la dieta sobre el peso corporal de las gallinas en postura

Variables	Tipo de alimento		
	Pellets (16% PC) (2850 kcal)	Mediana densidad (18% PC) (3000 kcal)	Alta densidad (20% PC) (3150 kcal)
Peso vivo inicial, kg	2.200 ab	2.320 a	2.078b
Peso vivo final, kg	2.234 a	2.304 a	1.690 b
Diferencia, g	0.034	0.016	0.388

a y b : Los promedios con letras distintas son estadísticamente significativo ($p < 0.05$)

En relación con el peso vivo inicial (Cuadro 1) en el que se aprecian diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el grupo que recibió alimento en harina con alta densidad y los otros dos grupos, debe aclararse que el peso, aquí concentrado se generó posteriormente a la semana de adaptación a la dieta, que a juzgar por el consumo posterior ya comenzaron a perder peso lo que se hace evidente en el peso vivo con el que terminaron estas gallinas, al perder 388 g en 28 días, es decir, cada gallina pidió cerca de 14 g por día.

Para Cuca *et al*, (1996) un factor especialmente crítico en gallinas de estirpe ligera es que consumen únicamente, 110 g de alimento diariamente, por lo que se requiere cuando menos de un 15% de proteína en la dieta para satisfacer sus necesidades, otros factores importantes que influyen en el consumo de alimento es el tamaño de las partículas demasiado pequeñas también pueden influir en el consumo. Forbes (1991) señala que la estructura física del pienso, tamaño de partícula y forma de presentación afectan la digestibilidad de los nutrientes, la composición de la microflora intestinal y el consumo per cápita de las aves. En el presente estudio lo que se pudo confirmar es que el consumo de pelets fue significativamente mayor que en las dietas no paletizadas, quizás por lo que ya se mencionó, acerca del tamaño de la partícula

De acuerdo con Lázaro y La Torre (2002) las concentraciones energéticas inferiores a lo requerido reducen el crecimiento y merman su producción mientras que concentraciones superiores no son económicamente rentables, pues reducen el consumo de alimento y consecuentemente, esta no satisface las necesidades de requerimiento de los nutrientes, lo que se refleja en pérdida de peso y reducción en la producción como ocurrió en el lote que recibió 3150 kcal. De energía metabolizable por kg de alimento

En relación con la pérdida de peso del grupo que consumió mayor densidad también debe destacarse que el consumo de alimento está relacionado con el desempeño de las aves, estas producen a menos que consuman todos sus requerimientos de nutrientes todos los días. Además de una formulación de la dieta adecuada, el mantenimiento de una ingestión de alimento es el factor más importante que determina la eficiencia de la utilización de los nutrientes,(Geraat , 2006).

Los indicadores relacionados con la producción de huevo, como huevos por semana tamaño del huevo, masa del huevo, peso del huevo y espesor del cascarón no mostraron diferencias estadísticamente significativa ($p > 0.05$) entre el grupo alimentado con pelets comercial y el grupo que recibió harina con mediana densidad. Sin embargo, excepto peso del huevo el resto de estos indicadores se

deprimieron en el grupo de aves alimentadas con harina en alta densidad, como se aprecia en el Cuadros 2

Cuadro 2 Efecto de la densidad de la dieta sobre el comportamiento productivo de gallinas en postura

Variables	Pellet	Tipo de alimento	
		Mediana densidad	Alta densidad
Huevos por semana	6.4 a	6.2 a	4.3 b
Peso del huevo , g	64 a	63 a	61 a
Masa del huevo, kg	1.638 a	1.562 a	1.049 b
Peso del cascaron, g	5.4 a	5.2 ab	4.8 b
Espesor del cascaron, mm	0.37 a	0.35 ab	0.33 b

a y b : Los promedios con letras distintas son estadísticamente significativos ($p < 0.05$)

De acuerdo con Forbes (1991), la estructura física del pienso, tamaño de la partícula y forma de presentación afectan el consumo per cápita de la aves y la digestibilidad de los nutrientes, lo que aunado a la densidad energética y proteínica de la dieta pudo influir en el comportamiento productivo de las gallinas como ya se indicó anteriormente, con la reducción del peso corporal y que se confirma con los indicadores productivos del grupo experimental y testigo. Aunque no hubo significancia estadística entre el alimento peletizado y la harina de mediana densidad.

Acerca de los indicadores internos la calidad del huevo: diámetro longitudinal y transversal del huevo, así como la altura y diámetro de clara y yema no mostraron diferencias estadísticas ($p > 0.05$), atribuibles a la densidad de la dieta ni a la forma física (pelet o harina), excepto el grado de pigmentación de la yema que varió en 8.4, 9.8 y 13.0 unidades, según la escala de Roche Hoffman,(1975), para las dietas con pelets y harina con mediana y alta densidad, respectivamente, como se observa en el Cuadro 3

Cuadro 3 Efecto de la densidad de la dieta y la forma física del alimento sobre los indicadores de calidad interna del huevo

Variable	Tipo de alimento		
	Pellet	Mediana densidad	Alta densidad
Diámetro longitudinal. mm	5.8 a	5.8a	5.7 a
Diámetro transversal mm	4.3 a	4.6a	4.4 a
Altura de la yema en mm.	1.7 a	1.8 a	1.7 a
Diámetro de yema mm.	3.9 b	4.0a	4.1 a
Pigmentación de yema	8.4c	9.8 b	13.0a
Altura de clara, mm	0.6 a	0.6 a	0.6 b
Diámetro de clara, mm	7.5 a	7.4 a	7.5 a

a,b y c: Los promedios con letras distintas son estadísticamente significativos ($p < 0.05$)

En la mayoría de las mezclas alimenticias usadas para aves, existen cantidades adecuadas de aminoácidos como son leucina, isoleucina, valina, fenilalanina, histidina, argina y glicina. En cambio hay otro grupo de aminoácidos constituidos por la metionina y la licina en primer lugar, y, por el triptofano y trionina en segundo lugar, en los ingredientes comúnmente utilizados en la preparación de dietas, si alguno de los aminoácidos del último grupo se encuentran en cantidades menores a las requeridas por las aves, aún cuando el resto de los aminoácidos se encuentren presentes en cantidades adecuadas se puede tener una reducción en el crecimiento o en la producción de huevo. Pero no en la composición o calidad del huevo Cuca *et al* (1996). Lo que pudo ocurrir en el presente estudio, por lo que no se observaron diferencias entre tratamientos, respecto a la calidad del huevo.

En relación con la pigmentación de la yema, Marusich y Baverfeind (1980) indican que la deposición de pigmentos aumenta linealmente conforme aumenta la cantidad de xantofilas, es decir, a mas gramos por tonelada de alimento corresponde mayor pigmentación y viceversa, lo que parece explicar los resultados del presente estudio. Ciertamente se desconoce el nivel de pigmento en la dieta paletizada, sin embargo, ambas dietas en harina incluyeron 130g por tonelada además de 9.82% de gluten de maíz en la dieta de mayor densidad, lo que incrementa el nivel de pigmentación, pues a este ingrediente también se le confiere capacidad pigmentante. (FAO,1999).

Al analizar los indicadores de eficiencia productiva y costos de producción se encontró que las gallinas alimentadas con pelets comerciales consumieron significativamente ($p<0.05$) más alimento por día y por período, seguidas por las que se alimentaron con harina de mediana densidad y posteriormente las de alta densidad. Sin embargo, la transformación de alimento a kilogramos de huevo fue similar entre las gallinas que consumieron pelet y harina de mediana densidad. Inclusive, el precio del kilogramo de huevo, por concepto de alimentación, resultó un peso más barato con harina de mediana densidad que con pelet comercial, (Cuadro 4)

Cuadro 4. Costo de producción de huevo con dietas de diferente densidad y presentación de alimento

Variables densidad	Tipo de alimento		
	Pellet	Mediana densidad	Alta densidad
Consumo de alimento a/d,g	125 a	119b	62 c
Consumo de alimento a/p, kg	3.500 a	3.335b	1.73bc
Conversión de alimento, kg/kg	2.137:1 a	2.135:1a	1.657:1b
Costo de producción. \$/kg	6.94	5.91	4.47

abc: Los promedios con letras distintas son estadísticamente significativos ($p < 0.05$). Donde: a/d: ave por día; a/p: ave por período; kg/kg: kilogramo por kilogramo y \$/pesos por kilogramo.

Se han estudiado las teorías fisiológicas fundamentales acerca del consumo de alimento y la regulación del apetito principalmente en mamíferos pero muy poco en aves. Una serie de señales de distintos orígenes llegan al hipotálamo desde donde otras redes nerviosas transmiten la información a los órganos tales como la molleja, el hígado, los intestinos y el páncreas. Estas señales vienen directamente del alimento mismo. Las aves alimentadas con pelets necesitarán unos cuantos minutos para llenar el buche antes de que las alimentadas con harina sean capaces de comer la misma cantidad de alimento. (Geraat ,2006).

La formulación del alimento en la finca reduce los costos por concepto de alimentación, el éxito de un programa de alimentación para que este produzca excelentes rendimientos productivos, no solo depende del alimento balanceado que se formule, sino también de la forma en que este se manufacture, cómo se maneje el alimento a nivel de granja y se suministre a las aves. En muchas ocasiones en el papel la formula es perfecta pero en la práctica causa una reducción en los rendimientos productivos (Forbes,1991)

De acuerdo con Cuca *et al.* (1996), el alimento representa del 60% al 70% del total de costos de producción. Esto significa que el precio del alimento influye grandemente en el costo de producción de carne o huevo. Consecuentemente el hacer uso correcto y adecuado del alimento es importante para el productor.

Acerca de los costos de producción con el alimento peletizado y el alimento elaborado en granja en forma de harina, Campabandal (1993), refiere que el proceso de peletizado ofrece muchos beneficios a la industria avícola, como facilidad de manejo, menos segregación de ingredientes y la destrucción de cualquier salmonela. Sin embargo, también tiene desventajas como los costos adicionales, lo que parece explicar la diferencia en los precios de los alimentos usados en la presente investigación.

Cuca *et al.* (1996) destaca que las necesidades nutritivas de las aves han sido determinadas experimentalmente, y en la actualidad hay suficiente información para las diferentes edades de las aves y la finalidad que se persigue: huevo y

carne. Con respecto a la energía metabolizable se sabe que al elevarse la gallina pierde apetito y al disminuir la ingesta disminuye el peso corporal y los parámetros productivos.

Las aves consumen alimento en primer lugar para satisfacer sus necesidades de energía, de modo que si la dieta tiene un bajo valor energético, como sucede cuando se disminuye con un material inerte (como la fibra) las aves consumen una mayor cantidad de alimento para satisfacer sus necesidades de energía. Las gallinas ponedoras ajustan su consumo energético como consecuencia de la concentración energética de la dieta casi perfectamente. (Lázaro y La Torre 2002).

CONCLUSIONES

- La presentación del alimento en forma de harina reduce el consumo del alimento en gallinas de postura, disminuyendo su peso corporal y en consecuencia el resto de los indicadores productivos.
- El efecto de la densidad de la dieta en gallinas en postura(principalmente energía) fue adverso en las gallinas que consumieron alimento en harina de alta densidad.
- La dieta comercial en pelet y harina de mediana densidad (18%de PC y 3000 kcal de EM) no mostraron diferencias estadísticas significativas.
- Es menor el costo de producción, por concepto de alimentación con dietas en harina de mediana densidad elaboradas en la granja, en comparación con dietas comerciales.
- La mayor densidad de los nutrientes en la dieta (principalmente energía) contribuyen a compensar la reducción en el consumo de alimentos, causando una desestabilización corporal y por ende productivo.
- En este estudio se observó que se puede producir con una dieta en forma de harina, con mediana densidad (en proteína y energía) con buenos resultados productivos y a un menor costo.

AGRADECIMIENTO:

Al MC. Antonio García Valladares, Jefe del Taller de Alimentos Balanceados del FMVZ de la UMSNH por el apoyo brindado en la formulación de las dietas utilizadas en la presente investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Arce J. , López C. y Ávila E. 1994. Consideraciones al aplicar un programa de restricción alimenticia para el control del síndrome ascítico. Dpto de Producción Animal: Aves, FMVZ, UNAM. INIFAP. México.

Avila E. G. 1997 Alimentación de las aves.2 ed. Trillas, México D.F. pp 107.

Behnk, K.C. 1992 Factores que afectan la calidad del pellet. Maryland nutrition conference. Dep.of Poultry Science and Animal Science, Collage of Agriculture University of Maryland, Collage Park.

Campabadal, C.M. 1993 Factores que afectan la elaboración eficiente y la utilización de alimentos balanceados para animales en la Asociación Americana de Soya. ASA / México. AN. No. 131.

Castaldo, D.J. 1998 Elaboración de mejores pellets: harina bajo presión. Industria Avícola, 45(10):29.

Centro de Investigaciones y Desarrollo del Estado de Michoacán (CIIDEM). 2000.

Cockshott Ian. 2004. Manejo de pollo de carne y de los reproductores en zonas de clima calido. Poultry Middle and North Africa, marzo, abril 2004.

Cuca, G.M.; Ávila, E. G. y Pro, M. A. 1996. Alimentación de las aves. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chapingo, Edo. De México, pp. 69 -136.

Ducan, B.D. 1955. Multiple ranges and multiple F test. Biometrics Vol. 11: p 1 a 5

Douglas J.K, Payne C.G.. 1990 Nutrition of chicken. W.F. Humphrey Press N.Y. p. 476 - 499 Inc.

Falk D. 1985. Control de costos de pelletización en: Feed manefacturins technology III R.R. Me Ellhiner. Ed. American Feed Industry Assa Arlington, V.A.

FAO, 1999 Sistema de información de los recursos del pienso: maíz Amarillo.(en línea)<http://www.fao.org/livestock/agap/trg/afiris/espanol/document/tfeed8/Data/316.HTM> (19 de octubre del 2006)

Forbes, J. 1991. Metabolic aspects of the regulation of voluntary food intake and appetite. *Nutrition Research*. 1: 1455 – 169.

Geraat, A. 2006 Consumo de alimento de pollo de engorda de la A a Z (en línea) <http://www.Ergomix.com/5-articles-view.asp?art=9588> Area=AVG-141(18 de octubre del 2006)

Hoffman F. The Roche yolk colour fan; Direction for use. Basle, Switzerland. La Roche and Co. LTD. 1975.

Hussar, N.Y. y Roble, A.R. 1962 Efecto del pelletizado en la utilización del alimento. En pollas en crecimiento. *Poultry Slip*. 41:1489.

Jensen, L. S 2000 Influence of pelleting on the utilization needs of poultry. *Asian – Aust. J. of Animal. Sci.* 13: 35-46.

Lazaro G.G; Latorre M.A. 2002 Nutrición y alimentación de pavos de engorde. Departamento de Producción Animal, Universidad Politécnica de Madrid.

Lott 1992. The eggshell thinning of acetazolamide; relation to binding of cast and carbonic anhydrase activity in shell gland homogenate comp. *Biochem. Physiol.* 95:85-89.

Marusich, W.L. and Baverfend, J.C. 1980 Oxycarotenoids in poultry pigmentation : 1 Yolk studies. *Poultry Science* 49(6): 1965 - 1976

McKinney, L.J. and R.G. Teeter 2003: Caloric value of pelleting and the consequential creation of nutritional dead zones. *Poultry. Sci.* 82 (Suppl. 1): S 109.

Moran, E; J. R. 1989 Effect of pellet quality on the performance of meat birds. In: *Recent Advances in Animal Nutrition* (Ed. W. Haresing and D. J. A. Cole) Butterworth's, London p. 87 – 108.

North, M.O. y Bell, D.D. 1983. *Manual de Producción Avícola*. 3ª edición, Ed Manual Moderno. México D.F. p 552 – 557.

Proudfoot, F. G. and A.E. Sefton. 1978. Feed texture and light treatment effects on the performance of chicken broilers. *Poultry. Sci.* 57: 408 – 416.

Kenny, M y Kemp, C 2002 Nutrición de los reproductores y calidad del pollito. *International Hatchery Practice*. Scotland vol. 19-4.

Kilburn, J. and H.M. Edwards 2001. The response of broilers to feeding of mash pelleted diets containing maize's of varying particle sizes. Br. Poultry. Sci. 42: 484 – 492.

Rosales, R.C. y Nilipur, A.H. 2001. Cómo producir un alimento de calidad. Industria Avícola, 48 (10): 28 – 29.

SAS. 1996 SAS User's guide. Statadistic version, Edition SAS Institute Inc. Caray N.C.

Savoy C. 1988. Meal occurrence in *Japanese quail* in relation to particle size and nutrient density. Animal Behaviour 28: 160 – 171.

www. avigem. com Nutrición de los reproductores y calidad del pollito. M. Kenny y C. Kemp, Avigem Ltd, Newbridge, Midlothian, EH 28 8 SZ. Escocia.