

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EMPLEO DE DIFERENTES NIVELES DE ENERGÍA
METABOLIZABLE Y AMINOÁCIDOS AZUFRADOS EN GALLINAS
AL INICIO DE LA PRODUCCIÓN**

**PRESENTA:
MARÍA DE LOS ÁNGELES TEPOX PÉREZ**

**ASESORES:
MC. BENJAMÍN FUENTE MARTÍNEZ
MVZ EPA. TOMÁS JÍNEZ MÉNDEZ**

MÉXICO, D.F.

Febrero 2010



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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

A mis padres, por todo su amor, apoyo y comprensión.
Por haberme educado, por toda su paciencia.
No tienen una idea de cuánto los amo.

A mis hermanos, especialmente a Hugo y Luis
por cuidarme, por los buenos y malos momentos.
Son muy importantes para mí.

A todas las personas que fueron parte importante de mi vida,
y me mostraron mis mayores debilidades.
Hoy solo quedan los recuerdos.

A mis amigos que día a día siguen
construyendo un camino a mi lado:

Mariel: por escucharme,
por ser tan elemental en mí historia.
Sencillamente por crecer conmigo.

Fabiola: por estar a mi lado en mis momentos de desastre
y en los de mayor felicidad.
Te adoro.

Karina: por todo tu apoyo, comprensión
y tantos buenos momentos.

Antonio: por cada uno de tus consejos,
por escucharme, por las risas, por todo lo bueno
que hemos compartido,
simplemente por seguir aquí.
Te quiero.

Hilda: por convertir algo tan complicado
en algo divertido, por trabajar a mí lado, por ser mí cómplice
en esta historia.

Porque a pesar de las adversidades
y del tiempo
siguen estando a mí lado y espero que siga
siendo así por mucho tiempo.

Este pequeño logro
es nuestro.

AGRADECIMIENTOS

A mi Universidad Nacional Autónoma de México, por cobijarme todos estos años, por el orgullo tan grande de formar parte de la Máxima casa de Estudios.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por ser cómplice de todas mis historias y todos mis sueños.

Al Dr. Ernesto Ávila González y Arturo Cortés Cuevas por abrirme las puertas del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola para que pudiera realizar este proyecto tan importante en mí vida. Gracias a ambos por su colaboración en este trabajo.

A todo el personal de este Centro.

Al Dr. Benjamín Fuente Martínez, por invertir tantas horas, por compartir todo su conocimiento, sobre todo por brindarme su apoyo, comprensión y paciencia, no hay palabras suficientes para poder agradecerle todo lo que ha hecho por mí.

Al Dr. Tomas Jínez, por creer en mí para la realización de este proyecto gracias por su colaboración y por tantas anécdotas.

Al Dr. Jaime Esquivel Peña, por su valiosa amistad, por todo el conocimiento que me brindo, por confiar en mí y darme la maravillosa oportunidad desarrollarme profesionalmente, muchas gracias.

A la familia Lugo y a Humberto, por hacerme parte de un excelente equipo de trabajo y permitirme expresar mis capacidades para llevar a cabo un proyecto tan importante y especial en mí vida.

Al Dr. Miguel Ángel Villalobos Villanueva por ser parte tan esencial en mi formación profesional.

Un agradecimiento muy especial a Hilda y Samuel, por ser una parte vital en esta estupenda experiencia, porque a su lado, todo esto fue más sencillo

A todos los integrantes de mi jurado: Dra. Frida Salmerón Sosa, Dr. Antonio Díaz Cruz y el Dr. Ezequiel Sánchez Ramírez, por su tiempo, colaboración y apoyo.

A todos los que pudieron hacer posible, que esto, que comenzó como un sueño, hoy, pueda ser una realidad.

	CONTENIDO	Página
RESUMEN		1
I. INTRODUCCIÓN		2
Situación actual de la Avicultura Nacional.....		2
Factores que afectan el peso de huevo.....		3
Factores genéticos.....		4
• Variaciones en el peso del huevo;		4
Factores de manejo.....		5
• Peso corporal;		5
• Edad a la madurez sexual;.....		5
• Edad de alojamiento en las jaulas de producción;		6
• Espacio de piso, comederos, y bebederos;		6
• Programa de iluminación;		7
• Temperatura:.....		8
• Clasificación comercial del huevo;.....		9
Factores nutricionales:.....		9
Aminoácidos.....		10
Energía Metabolizable y ácido linoleico.....		13
II. JUSTIFICACIÓN:.....		16
III. HIPÓTESIS.....		17
IV. OBJETIVO GENERAL:.....		18
OBJETIVOS PARTICULARES:.....		18
VI. MATERIAL Y MÉTODOS.....		19
VI. RESULTADOS.....		23
VII. DISCUSIÓN.....		25
VII. CONCLUSIONES.....		33
IX. REFERENCIAS:.....		34
X. CUADROS Y FIGURAS.....		41
Figura 1. Factores que modifican el tamaño de huevo.....		41
Figura 2. Peso corporal de las gallinas al utilizar diferentes niveles de AAT y energía metabolizable.....		42

.....	43
Figura 3. Comparación del tamaño del huevo en porcentaje, utilizando la clasificación tipo americana al adicionar diferentes niveles de AAT.....	43
Cuadro 1. Recomendaciones de espacio. *	44
Cuadro 2. Clasificación americana del huevo en base a su tamaño y peso. *	44
Cuadro 3. Comparación de peso del huevo de diferentes líneas genéticas *	45
Cuadro 4. Composición de las dietas basales experimentales para gallinas.....	46
Cuadro 5. Análisis calculado de las dietas experimentales empleadas.....	47
Cuadro 6. Resultados promedio de parámetros productivos en gallinas de postura alimentadas con diferentes niveles de energía y aminoácidos azufrados totales.	48
Cuadro 7. Peso inicial de las gallinas (a las 18 semana de edad) y ganancia de peso (g).....	49
Cuadro 8. Producción de huevo en gallinas Bovans Blancas de la semana 18 a 25 (en porcentaje) de acuerdo a la clasificación tipo americana.....	50
Cuadro 9. Consumo de EM, proteína cruda y ácido linoleico.....	51

RESUMEN

TEPOX PÉREZ MARÍA DE LOS ÁNGELES. Empleo de diferentes niveles de energía metabolizable y aminoácidos azufrados en gallinas de postura al inicio de la producción (Bajo la dirección de MC. Benjamín Fuente Martínez. MVZ. EPA. Tomás Jínez Méndez)

Con el objeto de evaluar el comportamiento productivo de la gallina Bovans Blanca de primer ciclo alimentadas con dietas con diferentes niveles de Energía Metabolizable (EM) y de Met+Cis total (AAT), para lograr disminuir el porcentaje de huevo pequeño (< 42 g), al inicio de la producción, se utilizaron 384 gallinas Bovans Blancas de 18 semanas de edad. Se empleó un diseño completamente al azar, con un arreglo factorial de 4 X 2; donde el primer factor, fueron los niveles de EM (2700, 2800, 2900, 3000 Kcal/kg) y el segundo factor, fue la inclusión de diferentes niveles de metionina+cistina total % (0.58, 0.74) que equivalen a 0.45 y 0.61% de metiionina+cistina digestible (AAD) respectivamente. Cada tratamiento, contó con 4 repeticiones de 12 gallinas cada uno. Se llevaron registros semanales durante 8 semanas, de porcentaje de postura, peso promedio de huevo, consumo de alimento; masa de huevo/ave/día y conversión alimenticia, además se clasificó el huevo de acuerdo al peso. Al inicio y al final del experimento, se pesaron 128 gallinas (4 aves/réplica) para medir la ganancia de peso. Los resultados obtenidos, no mostraron interacción entre nivel de EM y AAT, para ninguna de las variables productivas, se encontró efecto para consumo de alimento a niveles de energía y niveles de aminoácidos azufrados ($P < 0.05$). Se disminuyó el porcentaje de huevo pequeño con los niveles más altos de EM. Se incremento el porcentaje de huevo grande al usar dietas con el mayor nivel de AAT %($P < 0.05$).

I. INTRODUCCIÓN

Situación actual de la Avicultura Nacional.

La parvada nacional avícola en el 2008, se aproximó a los 450 millones de aves; 131 millones de gallinas ponedoras, 265 millones de pollos al ciclo y 936 mil pavos al ciclo. El 94 % de la producción correspondió a huevo blanco; la línea Bovans tiene la mayor participación con el 44 %, Hy Line con el 40 %, Isa Babcock-300 y la línea Lohman conformaron el 10% restante.y el 6 % restante corresponde a producción de huevo rojo. ¹

Durante el periodo de 1994 a 2008 en México, la producción de huevo aumentó a un ritmo anual de 3.3%. Sin embargo, durante el 2008 decreció 1.2 % respecto a lo registrado en 2007. Los estados productores de huevo fueron: Jalisco (50 %), Puebla (18 %), Sonora (7 %), estos 3 estados juntos representaron el 75 % del total de la producción nacional.¹

México es el primer consumidor de huevo fresco para plato a nivel mundial, le siguen Japón y Singapur, en el 2008 se consumieron 21.68 kg./habitante al año (347 piezas), en el 2009 se esperaba que el consumo aumentara a 21.9 kg. de huevo al año por habitante.¹

México ocupa el sexto lugar a nivel mundial en producción de huevo, es superado por China, la Unión Europea, Estados Unidos, India y Japón.¹

Actualmente se producen 2.3 millones de toneladas de huevo y se esperaba un crecimiento en la producción en el 2009 de 2%. Anualmente se producen 105 millones de cajas de huevo, estas se comercializan en mercados, centrales de abasto y tiendas de autoservicio.¹

En cuanto a costos de producción, los costos directos (alimento, empaque, electricidad, mantenimiento, mano de obra y medicamentos), representan el 91.9% del costo total de huevo, de estos el alimento representa el 61% de aquí parte la importancia de formular dietas para producir el mayor número de huevos durante el ciclo productivo de las gallinas para beneficio del avicultor y del productor de alimentos, es por esto que la Avicultura actual se ha visto obligada a buscar y evaluar nuevas estrategias de producción y nutrición que permitan aumentar la eficiencia de las explotaciones avícolas, debido al alza de precios de las materias primas aunado a las mejoras en genética de las líneas de aves de postura, así como la actualización de los equipos y sistemas de alojamiento, y un mayor conocimiento de las enfermedades que permiten una mayor noción de los requerimientos nutricionales, así como la fisiología y comportamiento de cada una de las líneas genéticas.^{1,2}

Factores que afectan el peso de huevo.

Hay factores que hacen variable el peso del huevo; algunos son resultado del manejo y otros tienen una relación genética. Aunque cada línea tiene potencial de raza para efectuar cierto trabajo, depende del avicultor el manejo de la parvada para que las aves tengan completa expresión de su potencial.³

Los principales factores que afectan el peso de huevo se muestran en la Figura. 1.

Factores genéticos.

El peso de huevo es resultado de caracteres genéticos cuantitativos con un alto grado de heredabilidad (55%). La selección genética trata de aumentar el tamaño del huevo. Las razas más pesadas y semipesadas tienden a producir huevos de mayor peso. ⁴

Los principales avances en la selección genética de la gallina de postura comercial, se manifiestan en edad al inicio de la postura y en la mortalidad durante el ciclo de producción; así como, un aumento en el número de huevos producidos, peso del huevo (particularmente al inicio de la postura). Estas mejoras están enfocadas para atender las preferencias que demandan el consumidor y la industria de procesamiento. ⁵

Para lograr una modificación genética, se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- **Variaciones en el peso del huevo;** las aves en forma individual dentro de una parvada ponen huevos de diferentes pesos, cada ave tiende a poner huevos que son similares en peso al antecesor. Aunque una alta proporción de gallinas pondrán huevos que llegan al peso promedio de los puestos por la parvada. ³

Factores de manejo.

Algunas prácticas de manejo, con las cuales se puede modificar y evitar ligeramente el bajo peso al inicio de la postura y lograr que la mayoría de los huevos cumpla con el estándar de la clasificación comercial usada, son; uniformidad en el peso corporal, edad a la madurez sexual, programa de iluminación y alimentación.^{4,6-9}

- **Peso corporal;** el principal factor que determina el peso del huevo es obtener pesos óptimos en las pollas, antes de someterlas a un programa de iluminación y que maduren sexualmente, el peso corporal a las 18 semanas ha demostrado que puede afectar el peso del primer huevo.^{4,8,9,10}

Krueger en 1993⁸ reportó que por cada 45 gramos más de peso a las 18 semanas, el peso del huevo podría aumentar 0.5 gramos por lo tanto debe hacerse lo posible para que las pollas lleguen a la edad de producción con el peso indicado.

Es un hecho que a mayor peso del ave a la madurez sexual, mayor será el peso de los primeros huevos.⁷

- **Edad a la madurez sexual;** a mayor edad al inicio de la postura, mayor será el peso de los primeros huevos.⁷

Joly en 2007⁹ menciona que por cada semana que se retrasa la madurez sexual, en gallinas Isa-Brown el peso de huevo aumenta 1g, en compensación el número de huevos se reduce, la edad a la madurez sexual puede ser modificada para producir huevos con el peso requerido por el mercado, sin que se afecte la masa de huevo.

- **Edad de alojamiento en las jaulas de producción;** la edad de alojamiento es un factor importante involucrado con una postura más temprana. Ramos *et al.*, en 1990⁶ mostró que gallinas Babcock B-300 alojadas a las 17 semanas en jaulas ganan peso más rápidamente que aquellas que fueron alojadas a las 18 y 19 semanas de edad; además el número como la masa de los primeros huevos mejoro.
- **Espacio de piso, comederos, y bebederos;** las ponedoras son capaces de tolerar el desafío de variadas condiciones de alojamiento. En general, existe una medida adecuada en relación con el espacio que las aves requieren. La inversión inicial en infraestructura y equipamiento, se reduce cuando se limita el espacio por ave. Poco espacio reducirá la producción. Demasiado espacio, por otra parte, podría resultar en costos de calefacción de la caseta más altos, y sobreconsumo de alimento. *

Los requerimientos de las necesidades del espacio por jaula, piso, comederos y bebederos se muestra en el Cuadro 1.

* Manual Bovans Blancas 2003.

- **Programa de iluminación;** la iluminación artificial se usa para lograr la madurez sexual en el momento indicado y un peso corporal adecuado, si las pollas no han llegado a su peso ideal (de acuerdo a la estirpe), no se deben someter a un programa de iluminación, ya que esto daría origen a huevos pequeños. Algunos programas de iluminación como: iluminación reducida, ahemeral e intermitente, mejoran el peso del huevo, pero no han mejorado la producción.^{4,8,9}

-Iluminación reducida; se utiliza a partir de la 8ª hasta la 13ª semana de edad, a partir de la semana 13 la iluminación es continúa hasta la semana 18. La producción se puede retrasar de 10 a 11 días y tener un mejor peso de huevo.⁸

-Iluminación ahemeral; se ha demostrado que 14 horas de luz y 14 de oscuridad mejoran peso del huevo de 1.5 a 1.7 g.⁸

No se tiene un ciclo de 24 horas de luz y oscuridad, si no que pueden ser más cortos o largos.

-Iluminación intermitente; no se empieza hasta que las pollas hayan estado poniendo por lo menos por 8 semanas, es preferible empezar hasta que hayan llegado al pico de producción. Este programa alarga el intervalo

entre 2 ovoposiciones sucesivas, lo que permite un incremento del peso del huevo repartido proporcionalmente entre la yema y la albúmina.⁸

- **Temperatura:** a pesar que las gallinas ponedoras pueden tolerar un amplio rango de temperatura desempeñándose productivamente bien, excesivas fluctuaciones en las temperaturas ambientales afectan la productividad. La temperatura ideal de la caseta está entre 21 y 24°C al comienzo de la producción y gradualmente aumenta a medida que el ave crece. Temperaturas bajo 12°C y sobre 28°C, afectarán negativamente la producción. Temperaturas de la caseta más templadas, resultarán en un mayor peso del huevo y mejora en el consumo de alimento. Casetas con mayor temperatura, podrían disminuir el aumento en el peso del huevo y limitar el consumo de alimento en las etapas tempranas de postura, pero puede ser usada después en la postura para controlar en consumo de alimento y prevenir un excesivo peso del huevo.^{7,9}

Altas temperaturas disminuyen el peso de huevo. Los lotes más afectados son los que están entrando en producción cuando llega el tiempo de calor, esto debido a que las gallinas gastan energía para mantener la temperatura normal del cuerpo, lo que afecta de manera negativa al peso del huevo, como la calidad del cascarón. Se ha demostrado que la temperatura límite para obtener huevos de máximo peso, es alrededor de 21°C.⁸

- **Clasificación comercial del huevo;** el productor verifica el peso al vender, por lo que se sabe que el peso del huevo aumenta durante el ciclo de postura, entre mayor sea el porcentaje de huevos grandes, mayores serán los ingresos.³

La clasificación del huevo varía de un país a otro, en México se utiliza la NOM-FF-079-SFCI-2004 (productos avícolas –huevo fresco de gallina- especificaciones y métodos de prueba), la clasificación se basa en la evaluación de 4 elementos; cascarón, cámara de aire, yema y clara, con base a esto los grados son los siguientes:

- México extra
- México 1
- México 2
- Fuera de clasificación

La clasificación americana del huevo, se muestra en el Cuadro 2.

Factores nutricionales:

Debemos tomar en cuenta que las aves consumen alimento primero, para satisfacer sus necesidades de energía, si la dieta es deficiente en energía las aves consumirán mayor cantidad de alimento, por el contrario, si el contenido es mayor, menor será el consumo.¹⁰

Sabemos que las gallinas de postura, son capaces de regular su consumo de alimento y que a mayores consumos la producción de huevo aumenta, la cantidad de alimento ingerido deberá satisfacer el requerimiento de energía, esto bajo condiciones ambientales y de manejo adecuadas.²

El consumo de alimento puede variar de acuerdo a la edad y a la etapa de producción; por lo que, es difícil definir el requerimiento de energía debido a la escasa información que ayude a precisar la utilización de la energía para mantenimiento, síntesis de tejido muscular y huevo.^{2, 11}

El consumo de energía al principio de la producción es un factor muy importante que influye en el pico de postura y en el peso de huevo. Desde el punto de vista nutricional, el tamaño de huevo puede manipularse a través de niveles adecuados de energía metabolizable y aminoácidos incluidos en las dietas para gallinas de postura.¹⁰

Aminoácidos.

Hay alrededor de 20 aminoácidos a partir de los cuales se forman las proteínas, estas son utilizadas como fuente de aminoácidos esenciales y no esenciales para el crecimiento y reparación de los tejidos. Las proteínas entran al sistema circulatorio como aminoácidos y son transportados a los diferentes tejidos, donde se usan para el crecimiento, reparación de los tejidos, y en las gallinas ponedoras para la formación de huevos.¹⁰

No existe un requerimiento de proteína *per se*, pero este debe ser capaz de satisfacer las necesidades de aminoácidos esenciales, tomando en cuenta su digestibilidad. Algún desbalance en los aminoácidos, puede ocasionar desequilibrios simples, antagonismos y toxicidad, hay 22 aminoácidos de estos, 10 no pueden ser sintetizados en cantidades adecuadas por las aves, entre los que se encuentran; arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptófano y valina.¹²

La metionina es un aminoácido neutro, que contiene un átomo de azufre, es el primer aminoácido en la síntesis de cualquier proteína. La metionina y la cisteína son los 2 aminoácidos que contienen un átomo de azufre.¹³

La metionina debe ser aportada en cantidades importantes, porque el organismo de las aves es incapaz de llevar una adecuada síntesis de este aminoácido. Al formular dietas a base de sorgo + soya la metionina es el primer aminoácido limitante.¹⁰

La calidad de la proteína representa el factor más importantes para regular el tamaño del huevo, se debe partir de un consumo de 16-16.5 g de proteína/ave/día, en el pico de producción con un tamaño adecuado de huevo y reducirse en 0.25 g/ave/día, para llegar a un consumo de 14.5-15 g/ave/día a las 60 semanas de edad, sin efectos negativos en la producción, pero puede resultar en una disminución en el peso del huevo.⁵

Keshavarz y Nakajima en 1995¹⁴ señalaron que al aumentar la proteína cruda de la dieta de inicio de las ponedoras de 17 a 22% el peso del huevo aumentaba. Por otro lado Leeson y Summer en 1989¹⁵ observaron que el crecimiento de las pollas responde más a la proteína durante la primera mitad del periodo de crecimiento que en la última.

De igual manera es posible modificar el peso de huevo en base al consumo de metionina+cistina, con 700 mg/ave/día al inicio de la postura se observan buenos resultados.⁵

Calderón *et al.*, en 1990,¹⁶ mostraron un efecto lineal en el peso del huevo al incrementar los niveles de aminoácidos azufrados en la dieta de 0.65 a 0.81%, concluyendo que el peso del huevo se incrementa 0.7 g por cada 0.05% de incremento de aminoácidos azufrados en gallinas de 59 semanas de edad.

En 1995 Waldroup *et al.*,¹⁷ utilizaron varios niveles de metionina con 0.2% de cistina en varias edades de las gallinas, en el primer periodo de 25 a 32 semanas utilizando 0.23% contra 0.38% de metionina, notando un incremento de 5.6% en el peso del huevo, comparando los resultados en las demás edades encontraron un incremento de 7.3% de 38 a 44 semanas de edad, 6.7% de 51 a 58 semanas y 6% de 64 a 71 semanas.

La colina es una vitamina, que puede ser sintetizada en el hígado a partir de la metionina, se requieren 3 moléculas de metionina para sintetizar una molécula de

colina. Ambas son importantes donadoras de grupos metilo en la síntesis de metionina y creatinina. Adecuados niveles de esta vitamina reducen los requerimientos de metionina.¹⁸

Se reconoce que el contenido de aminoácidos esenciales afecta el consumo de alimento, por lo que dietas deficientes en uno o más aminoácidos esenciales dan como resultado un menor consumo de alimento y una baja ganancia de peso.¹⁰

Energía Metabolizable y ácido linoleico.

Los hidratos de carbono y las grasas proporcionan a las aves la energía metabolizable necesaria para que desarrollen sus funciones, tales como: movimiento del cuerpo, conservación de la temperatura corporal, producción de grasa y huevo. Una dieta baja en energía provoca una disminución del crecimiento y mala eficiencia alimenticia. La fuente más económica es la que proviene de cereales (maíz, sorgo, cebada, trigo). Las grasas son fuentes mas concentradas de energía metabolizable y proporcionan 2.25 veces, más energía que las proteínas y carbohidratos, por unidad de peso.¹⁰

La energía metabolizable (EM), por si sola es un parámetro difícil de manejar para aumentar el peso del huevo, por el alto costo de las grasas y aceites, ya que se ven afectados el consumo de alimento y el consumo de nutrientes como: aminoácidos esenciales, calcio, fósforo, vitaminas y minerales.⁸

La EM, es uno de los factores con mayor importancia sobre el peso del huevo, al incluir 1.2-1.4%, de grasa se obtiene la mejor respuesta, a mayores

concentraciones el efecto se debe al incremento indirecto por la EM proporcionada.⁵

Las grasas o aceites de origen vegetal o animal, además de ser fuentes de energía son fuentes de ácidos grasos esenciales. Al incorporar aceite en la dieta, el peso del huevo puede aumentar 2g, esto solo ocurre cuando se usan grasas no saturadas. La cantidad de ácidos grasos esenciales requerida para la producción de huevos, es relativamente más alta que la cantidad requerida para nacimientos o crecimiento.^{9,10}

Cuando las dietas contienen un nivel de ácido linoleico mayor de 1.5% en el inicio de la producción, se obtienen mejores pesos de huevo. Niveles de 3% mejoran en 1 g el tamaño de huevo, en comparación con las dietas que contienen 1.5%.^{4,8,11}

Por el contrario si lo que se desea es reducir el tamaño, sobre todo en etapas finales del ciclo de postura, se debe reducir la cantidad de aceite en la dieta, ya que es la principal fuente de ácido linoleico.⁴

Para incrementar la productividad y reducir el costo al mínimo, es necesario contar con valores precisos del contenido energético así como de las necesidades energéticas, ya que una mejoría en la formulación de energía incrementa la eficacia con que se utilizan otros nutrientes.¹²

Hay otros factores, que pueden disminuir indirectamente el tamaño de huevo, entre ellos se encuentran:

- Pasta de canola: debido a una disminución en el consumo de alimento, ya que este ingrediente contiene factores bociogénicos (glucosinolatos).¹⁹
- Harina de algodón: contiene un pigmento amarillo llamado gosispol, el consumo relativamente bajo de harina de algodón puede determinar una coloración verde oliva de la yema, además, de un color rosado en la albumina. La proteína de la harina de algodón es de buena calidad aunque presenta un bajo contenido de metionina y lisina, aminoácidos importantes para optimizar el peso del huevo.¹⁹
- Nicarbazina: se utiliza como anticoccidiano, pertenece al grupo de las carbanilidas. Es tóxica para gallinas ponedoras, ya que disminuye la postura y el peso del huevo, despigmenta el casaron en gallinas que ponen huevo rojo.²⁰

I. JUSTIFICACIÓN:

A pocas semanas de alcanzar la madurez sexual y antes de que las gallinas lleguen a su pico de producción, gran parte del número de huevos puestos son de bajo valor económico, debido a su peso, en el presente trabajo, se estudió una alternativa en la alimentación que permita no depender exclusivamente de la genética para optimizar los parámetros productivos deseados, ya que entre más grande sea el huevo en las primeras semanas de producción de la gallina, el ingreso será mejor.

II. HIPÓTESIS

Si los niveles de Energía Metabolizable y aminoácidos azufrados (metionina + cistina), aumentan en dietas para gallinas de postura desde el inicio de la producción de huevo hasta el pico de postura, los parámetros productivos mejoran.

III. OBJETIVO GENERAL:

Evaluar el comportamiento productivo de la gallina Bovans blanca de primer ciclo, alimentadas con dietas con diferentes niveles de energía metabolizable y de metionina + cistina total, con la finalidad de disminuir el porcentaje de huevo bajo al inicio de la producción.

OBJETIVOS PARTICULARES:

-Evaluar el comportamiento productivo (porcentaje de postura, peso promedio de huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia y masa de huevo) y obtener la ganancia de peso de la gallina Bovans blanca de primer ciclo, al emplear dietas con diferentes niveles de energía metabolizable y de metionina + cistina total/digestible.

-Clasificar el huevo de la gallina Bovans blanca de primer ciclo de acuerdo a la medida estadounidense (bajo, pequeño, mediano, grande, extragrande y jumbo), al tener diferentes niveles de energía metabolizable y de metionina + cistina total/digestible en la dieta.

VI. MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (C.E.I.E.P.A.v) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, el cual se localiza en la calle de Salvador Díaz Mirón No.89, en la Colonia Santiago Zapotitlán de la 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, su temperatura promedio anual es de 16°C y con una precipitación pluvial anual media de 747 mm.²¹

Además todos los procedimientos de manejo que involucran a las aves cumplieron con los requisitos señalados por el Comité Institucional para el Cuidado y Uso de los Animales Experimentales (CICUAE FMVZ-UNAM con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999).

Se utilizaron 384 gallinas Bovans Blancas de 18 semanas de edad, con un peso corporal promedio (kg) de 1.246 ± 20.5 . Las gallinas fueron alojadas en jaulas en una caseta de ambiente natural. Las aves se distribuyeron conforme a un diseño completamente al azar, en 32 grupos de 12 aves cada uno.

Los tratamientos o dietas experimentales y los análisis calculados se muestran en los Cuadros 4 y 5 respectivamente, donde se cubrieron los requerimientos que

marca el manual de la estirpe a excepción de la energía metabolizable, aminoácidos azufrados y la proteína; se adiciono azúcar a las dietas basales para sustituirla por DL-Metionina y tener los diferentes niveles de aminoácidos azufrados estudiados.

El alimento y el agua se ofrecieron a libre acceso durante todo el experimento. Los tratamientos consistieron en el empleo de diferentes niveles de EM y metionina+cistina total (AAT). Se empleó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 4 X 2; donde el primer factor, fueron los niveles de energía metabolizable (2700, 2800, 2900, 3000 Kcal/kg) y el segundo factor la inclusión de diferentes niveles de metionina+cistina total % (0.58, 0.74) que corresponden a 0.45 y 0.61% de met+cis digestible (AAD) respectivamente. Cada tratamiento, contó con 4 repeticiones de doce gallinas cada uno, los tratamientos se muestran a continuación:

Tratamiento 1.- 2700 Kcal/kg de EM: 0.58% de AAT

Tratamiento 2.- 2700 Kcal/kg de EM: 0.74% de AAT

Tratamiento 3.- 2800 Kcal/kg de EM: 0.58% de AAT

Tratamiento 4.- 2800 Kcal/kg de EM: 0.74% de AAT

Tratamiento 5.- 2900 Kcal/kg de EM: 0.58% de AAT

Tratamiento 6.- 2900 Kcal/kg de EM: 0.74% de AAT

Tratamiento 7.- 3000 Kcal/kg de EM: 0.58% de AAT

Tratamiento 8.- 3000 Kcal/kg de EM: 0.74% de AAT

Se llevaron registros semanales durante 8 semanas de porcentaje de postura, peso promedio de huevo, consumo de alimento; se calculó la masa de huevo por ave por día y la conversión alimenticia, además se clasificó el huevo de acuerdo a la medida estadounidense de la semana 19 a 25 debido a que la primera semana de experimentación (semana 18), la producción de huevo no fue suficiente para esta variable.

Al inicio y al final del experimento se pesaron 128 gallinas (4 aves/réplica) para obtener la ganancia de peso, mediante un muestreo aleatorio simple sin reemplazo.

Al final del estudio, a los datos de las variables obtenidas, se les realizó un análisis estadístico con un modelo completamente al azar con arreglo factorial 4X2, mediante el siguiente modelo:

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

Donde: $i = 1, 2, 3 \text{ y } 4$ $j = 1, 2$ $k = 1, 2, 3 \text{ y } 4$

Y_{ijk} = variable de respuesta

μ = media general

α_i = nivel de energía metabolizable

β_j = nivel de aminoácidos azufrados totales

$(\alpha\beta)_{ij}$ = interacción entre energía metabolizable y aminoácidos azufrados totales

ϵ_{ijk} = error experimental

A las diferencias entre medias se les realizó un análisis mediante la prueba de Tukey con una significancia de $P < 0.05$, con el Programa Jmp.²²

Se realizó la prueba de Levene para probar la homogeneidad de las varianzas del diseño y para la normalidad se utilizó una prueba de bondad de ajuste de Shapiro-Wilk.

VI. RESULTADOS

En el Cuadro 6, se muestran los resultados promedio de 8 semanas de experimentación para las variables porcentaje de postura, peso promedio del huevo, masa de huevo, consumo de alimento y conversión alimenticia; en donde se nota que no se encontró efecto de interacción entre el nivel de EM y AAT, ni tampoco de manera independiente, ya que no hubo diferencia estadística ($P > 0.05$) para las variables; porcentaje de postura, peso de huevo, masa del mismo y conversión alimenticia.

Para consumo de alimento, hubo efecto a niveles de EM y a AAT. Hubo menor ($P < 0.05$), consumo de alimento (96.1g), con el nivel de 3000 Kcal/kg de EM con respecto a las dietas con 2700, 2800 y 2900 Kcal de EM (99.1, 99.7 y 99.1g respectivamente) Para los niveles de AAT utilizados hubo una disminución ($P < 0.05$) en consumo de alimento, el cual disminuyó 3.1 g cuando se usaron dietas con el nivel más alto de aminoácidos azufrados (0.74%).

En el peso inicial de las gallinas a la semana 18 de edad (Cuadro 7), se observa que el peso de las gallinas al iniciar el periodo de experimentación, fue similar ($P > 0.05$) para los niveles de EM y AAT. La ganancia total de peso durante 8 semanas para los niveles de energía y de AAT fue también similar ($P > 0.05$), sin efecto de interacción.

De acuerdo a los resultados de la clasificación americana del huevo producido en porcentaje (Cuadro 8), no se encontró respuesta ($P > 0.05$) a los diferentes niveles de energía, que lograran modificar el tamaño de huevo jumbo, extragrande, grande, mediano y bajo; sin embargo numéricamente el porcentaje de huevo grande y mediano fue mejor con 2900 y 3000 Kcal/ kg de EM. Se logró disminuir ($P < 0.05$), el porcentaje de huevo pequeño con los niveles más altos de EM (29.6 y 30.4%), con respecto a las dieta que tenían el nivel más bajo de EM (37.9%).

Con respecto a los diferentes niveles de aminoácidos azufrados totales, solo se obtuvo efecto significativo en el porcentaje de huevo grande, el cual se incrementó en 3%; así como, reducción del huevo pequeño en 4.6 unidades porcentuales ($P < 0.05$) al usar dietas con el mayor nivel de AAT (0.74%).

VII. DISCUSIÓN

El peso del huevo tiene un alto grado de heredabilidad (55%), siendo este el primer factor que afecta el peso del huevo. Sin embargo diversos autores^{3,4,8} determinaron, que dentro de los factores de manejo que afectan el tamaño del huevo, el más importante es el peso corporal. Las razas más pesadas y las gallinas de huevo con cascarón café tienden a producir huevos más pesados.

Las gallinas utilizadas en el presente estudio tuvieron 24 g de peso corporal menos de lo establecido por el Manual de la estirpe* a las 18 semanas de edad; sin embargo, esta diferencia de peso no afectó en forma negativa los parámetros productivos obtenidos (Cuadro 6), ya que a la semana 25 de edad los datos estaban dentro del peso que marca el Manual de la estirpe* (figura 2).

Varios autores^{16,17,23-29} mencionan que la gallina es capaz de ajustar su consumo de alimento de acuerdo a sus necesidades, los cambios del medio ambiente y dependiendo de la cantidad de energía de la dieta, en general, a mayor EM el consumo disminuye. Los resultados de esta prueba corroboran esta aseveración solo en dietas de 3000 Kcal/kg de EM, las cuales tuvieron 3 g menos de consumo con respecto a las otras dietas (2700, 2800, 2900), esta disminución fue un 3% menos en el consumo de alimento.

Grobas *et al.*, en 1999³⁰ encontró una disminución del consumo de alimento en gallinas Isa Brown (123 vs 116 g), en dietas con niveles de energía de 2680 y

* Manual Bovans Blancas 2003.

2810 kcal/kg respectivamente. Harms y Russell en 2000,²⁷ mencionan que por cada 22 Kcal EM de incremento en la dieta el consumo disminuye en 1%, estos autores señalan que las gallinas blancas son menos sensibles a los cambios de energía de la dieta, en comparación con gallinas rojas. En 2007, Chan *et al.*,³¹ observaron una disminución al usar dietas con 2750 y 2900 Kcal/kg de EM, en gallinas Hy-Line W-36, con una edad de 20 a 28 semanas. Yousefi *et al.*, en 2006³² observaron una disminución del consumo en un 10% en dietas 3000 Kcal/kg de EM con respecto a otra de 2750 Kcal/kg de EM, las gallinas tenían 94 semanas de edad.

Con relación al consumo de AAT, en donde se obtuvo una disminución de 3% en la dieta de 0.74% con respecto a la dieta de 0.58% difiriendo de Narvaez-Solarte *et al.*, en 2005,³³ quienes al aumentar de 0.48 a 0.68% los AAT encontraron un incremento en el consumo de alimento en gallinas Lohman de 22 a 38 semanas de edad. En 1985 Peters *et al.*,³⁴ y Harper en 1965³⁵ mencionan que algunos aminoácidos regulan el consumo de alimento debido al desorden de los receptores que estimulan el apetito, lo que provoca una disminución en el consumo y por lo tanto también en la de nutrientes, según varios autores mencionan que una marginalidad de los aminoácidos plasmáticos activa el apetito.^{33,34,35} Sin embargo, el menor consumo de AAT de las aves fue de 720 mg/ave/día el Manual de la estirpe * y el NRC en 1994³⁶ recomiendan en promedio para la etapa de producción un mínimo de 660 y 580 mg/ave/día respectivamente, por lo que se cubrieron los requerimientos de nutrientes para las aves en esa etapa de

* Manual Bovans Blancas 2003.

producción. Se sabe, si bien los requerimientos de aminoácidos han sido determinados y publicados, no pueden ser aplicables en todos los casos, ya los requerimientos varían de acuerdo a la temperatura, condiciones individuales de cada granja y del espacio de las jaulas donde son alojadas las gallinas.³⁷

Se ha publicado que el consumo de Kcal/ave/día de EM, debe ir de 275-330; el consumo de Kcal de este trabajo varió desde 267.6 a 288.2 Kcal/ave/día, y en las dietas de 2900 y 3000 Kcal/ave/día el consumo de EM fue similar (Cuadro 9) por lo que se cubrieron las recomendaciones de estos autores.^{5,10}

Los resultados obtenidos en porcentaje de postura, peso de huevo fueron similares en los diferentes niveles de energía (2700, 2800, 2900, 3000) y con los diferentes niveles de inclusión de AAT (0.58 y 0.74 %) concordando con trabajos de Totsuka *et al.* en 1993,²³ con dietas de 2700 a 3000 Kcal/kg de EM, Keshavarz en 1998,³⁸ quienes manejaron 2 niveles de energía uno de 2816 y otro de 3036 Kcal/kg de EM y Wu *et al.*,^{28,29} en 2005 y 2008, con dietas de 2870-2956 y 2776-2908 Kcal/kg de EM respectivamente y Cuca *et al.*, en 2008,¹⁰ quienes no encontraron diferencia en dietas que variaron de 2600 a 3000 Kcal/kg de EM, al respecto se menciona que no hay un efecto sobre el peso del huevo al incrementar la energía, debido a la disminución del consumo de otros nutrientes.³³

Otros autores utilizaron 0.574 – 0.774% de AAT y no encontraron diferencias para postura y peso del huevo.³⁹ Mientras que en otro estudio manejando niveles de

0.65 a 0.81% de AAT, tampoco encontraron diferencia en el porcentaje de postura en gallinas de 20 a 36 semanas de edad respectivamente.⁴⁰

Como el porcentaje de postura y el peso de huevo no se afectaron y la masa de huevo utiliza estos 2 elementos para su cálculo (porcentaje de postura × peso de huevo), no se vio afectada por los niveles de energía ni de AAT, esto concuerda con Totsuka *et al.*, en 1993,²³ Zollitsch *et al.*,³⁹ en el mismo año. Wu *et al.*, en 2005²⁸ Narvaez-Solarte *et al.*, en 2005³³ y Cuca *et al.*, en 2008.¹⁰

Hay autores que mencionan que el nivel óptimo de AAT para una máxima masa de huevo es de 0.94% en gallinas Hy-Line de 28 a 34 semanas de edad.⁴¹

El consumo de proteína en promedio en los niveles de 2700 a 2900 Kcal/kg de EM fue de 15.16 g/ave/día, para el nivel de 3000 fue de 14.67 g/ave/día (Cuadro 9); esto concuerda con resultados obtenidos por Totsuka *et al.*, en 1993²³ quienes dicen que para una máxima productividad es necesario un consumo de 18 g/PC/día, el Manual de la estirpe* recomienda un consumo mínimo de 17.6 g/ave/día. Los resultados obtenidos en este experimento concuerdan con lo mencionado por Leeson y Summers en 2008,¹¹ quienes mencionan que hay muy poco efecto al consumo de proteína en un rango de 13-21 g/ave/día, Zou y Wu en 2005,⁴² mencionan que no hay aumento en el peso del huevo cuando se incrementan los niveles de proteína en la dieta de gallinas Hy-Line W-36 de 47 a

* Manual Bovans Blancas 2003.

55 semanas de edad. Es probable que el Manual de la estirpe,* sobreestime el consumo de proteína para asegurar un nivel óptimo de producción, además es importante considerar que cuando la PC aumenta en la dieta, la excreción de nitrógeno aumenta⁴³⁻⁴⁵

Se calculó la relación calorías/proteína y esta varió de 176.7 a 196.3 cumpliendo con lo recomendado por Cuca. *et al.*, en 1996,⁴⁶ quienes mencionan que la relación óptima va de 170-175 calorías/proteína.

El consumo de un ácido graso esencial como el ácido linoleico, es importante para modificar el peso de huevo.^{8,10,11} En esta prueba se utilizaron niveles que variaron de 1.26 a 3.94, el NRC en 1994³⁶ recomienda una inclusión de 1% y el Manual de la estirpe* 1.5%. Grobas *et al.*, en 1999³⁰ usando gallinas Isa-Brown mencionan que dietas que contenían de 1.15 a 1.65% de ácido linoleico no modifican el peso del huevo; sin embargo, Scragg *et al.*, en 1987⁴⁷ señalan que hay una mejoría en niveles mayores a 2%. En peso de huevo no encontramos efecto benéfico a ninguno de los niveles de ácido linoleico (Cuadro 6.), pero si a la clasificación tipo americana; bajo, chico, mediano, grande, extragrande y jumbo. Se encontró una disminución de 21.9% del huevo pequeño con la dieta de 3000 Kcal/kg de EM, esto debido, probablemente al incremento del consumo de ácido linoleico (Cuadro 9) con respecto a la dieta de 2700 Kcal/kg de EM. Como el promedio es fácilmente afectado por valores extremos, esto pudo encubrir el efecto del ácido linoleico en

* Manual Bovans Blancas 2003.

esta etapa, aunque hay autores quienes mencionan, que cuando el peso del huevo incrementa es debido a que el consumo de energía aumenta y no al incremento del consumo de ácido linoleico.^{48,49} Otros, indican que los ácidos grasos de la dieta, aumentan la formación de lipoproteínas del oviducto, debido al aumento del estradiol en el plasma, esto por la estimulación directa de los estrógenos, ya que esta hormona es sintetizada por los ácidos grasos.⁵⁰⁻⁵²

Es de gran importancia mencionar que hay muchos factores, como la edad a la madurez sexual, estirpe o la cantidad de energía de la dieta que pueden modificar el requerimiento de ácido linoleico.³⁰

En cuanto al efecto de los aminoácidos en la clasificación del huevo tipo americana, se disminuyó el huevo pequeño en un 13% con el nivel más alto de inclusión de AAT. Chan-Colli *et al.*,⁵³ mencionan que el aumento en el peso del huevo está asociado con el aumento del peso de la albumina, por una respuesta directa al contenido de AAT, por lo que probablemente también aumentó el porcentaje de huevo grande en un 60%. Si bien hay un menor consumo de energía, proteína y ácido linoleico con el nivel de 0.74% de AAT (Cuadro 9), hay una mejor relación de AAT:Lisina en el nivel de 0.74% (80.3%), con respecto al nivel de 0.58% de AAT (56%). Aunque hubo un aumento de huevo mediano con el nivel de 0.74% de AAT, no se detectó diferencia ($P > 0.05$) posiblemente se requieran un mayor número de réplicas para detectar un efecto en este nivel.

En relación a la conversión alimenticia el Manual de la estirpe* recomienda en promedio de la semana 19 a la 25 una conversión de 5.41, sin embargo no proporcionan los valores de la semana 19, que si fue considerada en este trabajo, por lo cual se calculó el valor faltante y se obtuvo una conversión en promedio de 8.54, por lo que la conversión obtenida fue mejor en este trabajo. Estos resultados concuerdan con los obtenidos con Zollitsch *et al.* en 1993³⁹, Narvaez-solarte *et al.*, en 2005³³, con Cuca *et al.* en 2008¹⁰ y Chan-Colli *et al.*, en 2007⁵⁵, quienes utilizaron diferentes niveles de aminoácidos azufrados y mencionan que los niveles de AAT no afectan la conversión alimenticia, por otro lado Wu *et al.*, en 2008,²⁹ no encontraron una diferencia en conversión alimenticia en gallinas de 21 a 36 semanas de edad, al utilizar niveles de EM de 2776-2908 Kcal/kg.

En relación a los resultados de ganancia de peso, estos concuerdan con Totsuka *et al.*, en 1993²³ quienes no encontraron respuesta a los niveles de proteína, ni a los de energía utilizados.

No es recomendable usar estos parámetros, si las gallinas no han alcanzado el 5% de producción, porque se encontraría una variación en los parámetros obtenidos.

La genética actual de las aves, parece afectar más el peso del huevo, seguida del peso del ave y la nutrición, siendo en este punto muy difícil poder modificar el peso de huevo a partir del inicio de la postura hasta el pico de producción (18-25 semanas) debido a que la mayoría de la información que se ha publicado abarca

* Manual Bovans Blancas 2003.

desde la semana 21 hasta la 66, ya que conforme avanza la edad de la gallina se aumenta el consumo de alimento y el peso de huevo, es posible que la gallina de postura sea más sensible a los niveles de energía y AAT después del pico de producción que en la etapa anterior (inicio-pico de producción).

VII. CONCLUSIONES.

De los resultados obtenidos bajo las condiciones experimentales empleadas se puede concluir que:

1. Al incrementar los niveles de 2700 a 3000 Kcal/kg de EM y AAT en dietas para gallinas desde que estas rompen postura hasta que alcanzan el pico de producción, no se afectan el porcentaje de postura, conversión alimenticia, el peso y la masa de huevo ave/día; tampoco, la clasificación del huevo tipo americano en huevo jumbo, extragrande, mediano y bajo.
2. Con niveles de 2900 y 3000 Kcal/kg de EM en la dieta de gallinas Bovans Blancas de 18 a 25 semanas de edad se disminuye el porcentaje de huevo pequeño.
3. Al emplear niveles de aminoácidos azufrados de 0.74%, se incrementa el porcentaje de huevo grande y disminuye el porcentaje de huevo pequeño.
4. Lo anterior indica que para las primeras 8 semanas del inicio de postura (18 semanas de edad), se utilicen niveles de EM de 2900 y 3000 Kcal/kg y AAT de 0.74%, para tener efectos benéficos en el peso del huevo grande.

IX. REFERENCIAS:

1. Unión Nacional de Avicultores. Compendio de indicadores económicos del sector avícola 2009. Dirección de Estudios Económicos. México D.F. 2009.
2. Martínez AC. Avances en nutrición de gallina de postura. Memorias del III Congreso CLANA; 2008 noviembre 18 –21; Cancún (Quintana Roo) México. México (D.F.): Colegio Latinoamericano de Nutrición Animal A.C. 2008:221-224.
3. North MO, Bell DD. Manual de producción avícola. 3ª edición. México D.F: El Manual Moderno, 1993.
4. Fuente MB. Factores que afectan el tamaño del huevo zootecnia y manejo de las aves productoras de huevo comercial. Sistema de Universidad Abierta. México DF. En prensa.
5. López CC. Optimización de la nutrición de ponedoras en nuestros días. Memorias del III Congreso CLANA; 2008 noviembre 18 –21; Cancún (Quintana Roo) México. México (D.F.): Colegio Latinoamericano de Nutrición Animal A.C.2008: 193-197.
6. Elliot AM. Application of new concepts in pullet and layer nutrition. Memorias del III Congreso CLANA; 2008 noviembre 18 – 21; Cancún (Quintana Roo) México. México (D.F.): Colegio Latinoamericano de Nutrición Animal A.C. 2008: 199-220.

7. Quintana L. J. A., Crianza de gallinas ponedoras. En: diplomado en producción avícola. Modulo I. Zootecnia avícola. Escamilla GM, Parra HMA, Vargas AM, editores. México UNAM FMVZ: 1999: 51-57.
8. Nilipour HA, Factores que afectan el tamaño de huevo. Industria avícola 1995; 8-10.
9. ISA. Joly P. Factors that influence egg weight: how to change it to meet market requirements? A Hendrix Genetics Company. Saint Briec, France. 2007.
10. Cuca GM. Ávila GE, Pro MA. Alimentación de las aves. Universidad Autónoma Chapingo. Dirección de Patronato Universitario. Departamento de Zootecnia. 2008.
11. Leeson S, Summers JD. Commercial poultry nutrition. 3rd. edition. University books. Canada. 2005.
12. De Blas C, Mateos GG. Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 1991.
13. Martin DW, Mayes PA, Rodwell VW. Bioquímica de Harper. 14^a edición. El manual moderno S.A de C.V, México, 1997.
14. Keshavarz K, Nakajima S. The Effect of dietary manipulations of energy, protein and fat during the growing and laying periods on early egg and egg components. Poult Sci. 1995; 74:50-61.
15. Elliot MA. Amino acid nutrition of modern laying hens. Intermountain Nutrition Conference. Memorias del 10 th Annual Meeting. January 29-30 2008. Salt Lake City (Utah). Estados Unidos. Dairy Nutritional Strategies to Meet Economic and Environmental Challenges. 2008. 193-221.

16. Calderón VM, Jensen LS. The Requirement for sulfur amino acid by laying hens as influenced by the protein concentration. *Poult Sci.* 1990; 69:934-944.
17. Waldroup P.W, Hellwig H.M. Methionine and total sulfur amino acid requirements influenced by stage of production. *J Appl Poult Res.* 1995; 4:283-292.
18. Klasing KC. *Comparative avian nutrition.* Cab international. New York, USA. 1998.
19. Mc Donald P, Edwards RA, Greenhalgh JF, Morgan CA. *Nutrición animal.* 6ª edición. Editorial acribia S.A. Zaragoza, España, 2006.
20. Sumano H, Ocampo L. *Farmacología veterinaria.* 3ª edición. Mc Graw-Hill, México D.F.
21. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Tlahuac: Cuaderno de información básica delegacional. México (D.F): INEGI, 1992.
22. Jmp8.0. Copyright © 2008. SAS Institute inc.
23. Totsuka K, Okazaki Y, Yamamoto A, Koide K, Watanabe E, Toyomizu M *et al.* Effect of Dietary Crude Protein and metabolizable energy levels on the performance of laying hens. *Jan Poult Sci.* 1993; 30:1-15.
24. Fuente MB, Gonzales ER, Ávila GE. Comportamiento productivo de gallinas ligeras con dietas con diferente concentración energética. *Memorias de VIII Congreso Nacional de AMENA; 1997 octubre 30-noviembre1º; Puerto Vallarta (Jalisco) México.* México (D.F.): Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal A.C, 1997.
25. Harms R.H, Russell G.B. The influence of methionine on commercial laying hens. *J Appl Poult Res.* 1998; 7:45-52.

26. Harms R.H, Russell G.B, Sloan D.R. Performance of four strains of commercial layers with major changes in dietary energy. J Appl Poult Res. 2000; 9:535-541.
27. Harms R.H, Russell G.B. Performance of commercial laying hens when fed diets with various sources of energy. J. Appl Poult Res. 2004; 13:365-369.
28. Wu G, Bryant M, Voitle R.A, Roland D.A. Effect of dietary energy on performance and egg composition of bovens white and dekalb white hens during phase I. Poult Sci. 2005; 84:1610-1615.
29. Wu G, Gunawardana P, Bryant M.M, Roland D.A. Influence of dietary energy and antibiotic on performance, egg solids, and egg quality in bovens white and delkab white hens. J App Poult Res. 2008; 17:323-330.
30. Grobas S. Mendez J, De Blas C, Mateos G.G. Laying hens productivity as affected by energy, supplemental fat, and linoleic acid concentration of the diet. Poult Sci. 1999; 78:1542-1551.
31. Chan D, Pro A, Cuca M, Sosa E, Gallegos J. Diferentes concentraciones de energía y calcio en la dieta de gallinas: para aumentar el peso del huevo al inicio de la postura. Memorias del V Congreso Internacional de Ganadería de Doble Propósito; 2007 octubre 22-25; Cusco (Perú) Perú. Perú (Lima): Asociación Peruana de Producción Animal (APPA) A.C, 2007.
32. Yousefi M, Shivazad M, Sohrabi-Haghdoust I. Effects of reducing dietary methionine, linoleic acid, choline and increasing energy on performance and eggshell quality in aged laying hens. European Poultry Conference; 2006 septiembre 10-14; Verona (Italia) Italia. Italia (Roma): World Poultry Science Association. 2006. 13-14.

33. Narvaez.-Solarte W, Rostagno H.S, Soares P.R, Silva M.A, Uribe L.F. Nutritional requirements in methionine + cystine for white-egg laying hens during the first cycle of production. *Int J Poult Sci.* 2005; 4(12): 965-968.
34. Peters J.C, Harper A.E. Adaptation of rats to diets containing different levels of protein: effect on food intake, plasma and brain amino acid concentration and brain neurotransmitter metabolism. *J of Nutrition* 115; 382-398. 1985
35. Harper A.E. Amino acid imbalances, toxicities and antagonisms. *Nutr. Rev.* 1965; 14:225-227.
36. National Research Council. 1994. Nutrients requirements of poultry; 9th Revised Edition. National Academy Press, Washington, DC.
37. Bregendahl K. Amino acid nutrition of modern laying hens. Intermountain Nutrition Conference. Memorias del 10 th Annual Meeting. January 29-30 2008. Salt Lake City (Utah). Estados Unidos. Dayri Nutritional Strategies to Meet Economic and Environmental Challenges. 2008.
38. Keshavarz K. The effect of light, floor space, and energy and protein levels during the growing period on body weight and early egg size. *Poult Sci.* 1998;77:1266-1279.
39. Zollitsch W, Jevne C, Leske K, Coon C. Utilización de aminoácidos cristalinos en las dietas de gallinas ponedoras. Memorias del V ciclo de conferencias sobre aminoácidos sintéticos, 1993, Septiembre 24; México (D.F. México), México D.F. Fermex A.C. 1993. 85-121.
40. Ahmad HA, Roland DA. Effect of method of feeding and feed formulation on performance and profitability of laying hens: an econometric approach. *J Appl Poult Sci Res;* 2003;12:291-298.

41. Bregendahl K, Roberts S, Kerr B, Hoeler D. Ideal amino acid profile for 28 a 35 weeks old laying hens. Degussa Corporation. Iowa State University Animal Industry Report. 2008.
42. Zou S.G, Wu Y.Z. Effects of protein and supplemental fat on performance of laying hens. I J of Poult Sci. 2005; 4(12):986-989.
43. Novak C, Yakout HM, Scheideler SE. The effect of dietary protein level and total sulfur amino acid: lysine ratio on egg production parameters and egg yield in Hy-Line W-98 hens. Poult Sci. 2006; 85:2195-2206.
44. Novak C, Yakout H, Scheideler S. The effect of dietary lysine level and TSAA: lysine ratio on egg production parameters and egg yield. Poultry Report MP00-75. Nebraska. 2000.
45. Simiz E. Driha A, Brudiu I, Simiz F. The influence of protein, methionine and lysine feeded level, in laying hens performances during the plateau part of the laying curve. Lucrări Științifice Zootehnie și Biotehnologii, 2008;vol 41(1). Timișoara.
46. Cuca GM. Ávila GE. Alimentación de las aves. Universidad Autónoma Chapingo. Dirección de patronato universitario. Departamento de Zootecnia. 1996.
47. Scragg RH, Logan NB, Geddes N. Response of weight to the inclusion of various fats in layers diets. Br Poult Sci. 1987; 28:15-21.
48. Merkel W.D, Harms R.H, Bonhsack C.R, Russell G.B. Performance of commercial layers when fed diets with corn oil added from 24 to 36 weeks of age. J Appl Poult Res. 2002; 11:418-423.

49. Harms R.H, Rusell G.B, Bohnsack C.R, Merkel W.D, The effect of corn oil reduction in the diet on laying hen performance. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 2004; 6:183-186.
50. Whitehead CC, Bowman AS, Griffin HD. Regulation of plasma oestrogen by dietary fats in the laying hen: Relationship with Egg Weight. *Br Poult Sci*. 1993; 34:999-1010.
51. Bohnsack CR, Harms RH, Merkel WD, Russell GB. Performance of commercial layers when fed diets with four levels of corn oil or poultry fat. *J Appl Poult Res*. 2002; 11:68-76.
52. Novak C, Yakout H, Scheideler S. The combined effect of dietary lysine and total sulfur amino acid level on egg production parameters and egg components in dekalb delta laying hens. *Poult Sci*. 2004; 83:977-984.
53. Chan- Colli M, Carvajal M, Segura J, Sarmiento L, Santos R. Effect of dietary energy and sulphur amino acid level on egg production traits in the tropics. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2007; 6(10):1209-1213.

X. CUADROS Y FIGURAS.

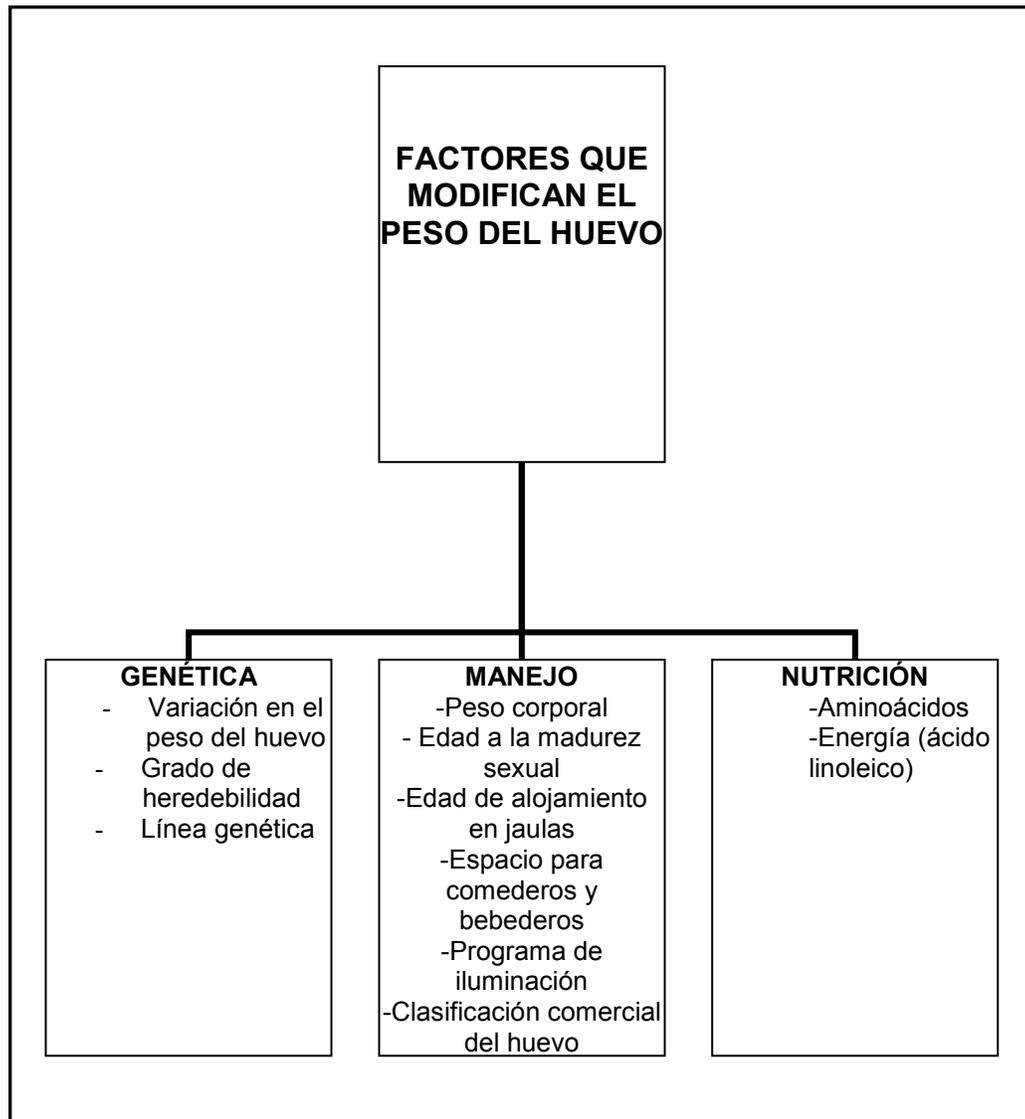


Figura 1. Factores que modifican el tamaño de huevo

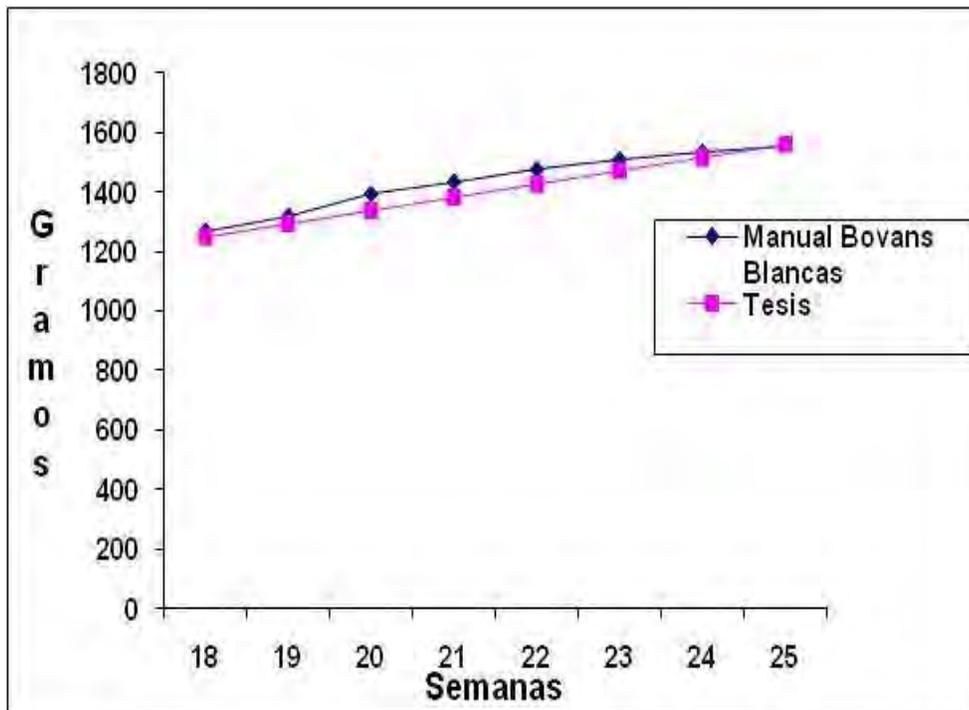


Figura 2. Peso corporal de las gallinas al utilizar diferentes niveles de AAT y energía metabolizable.

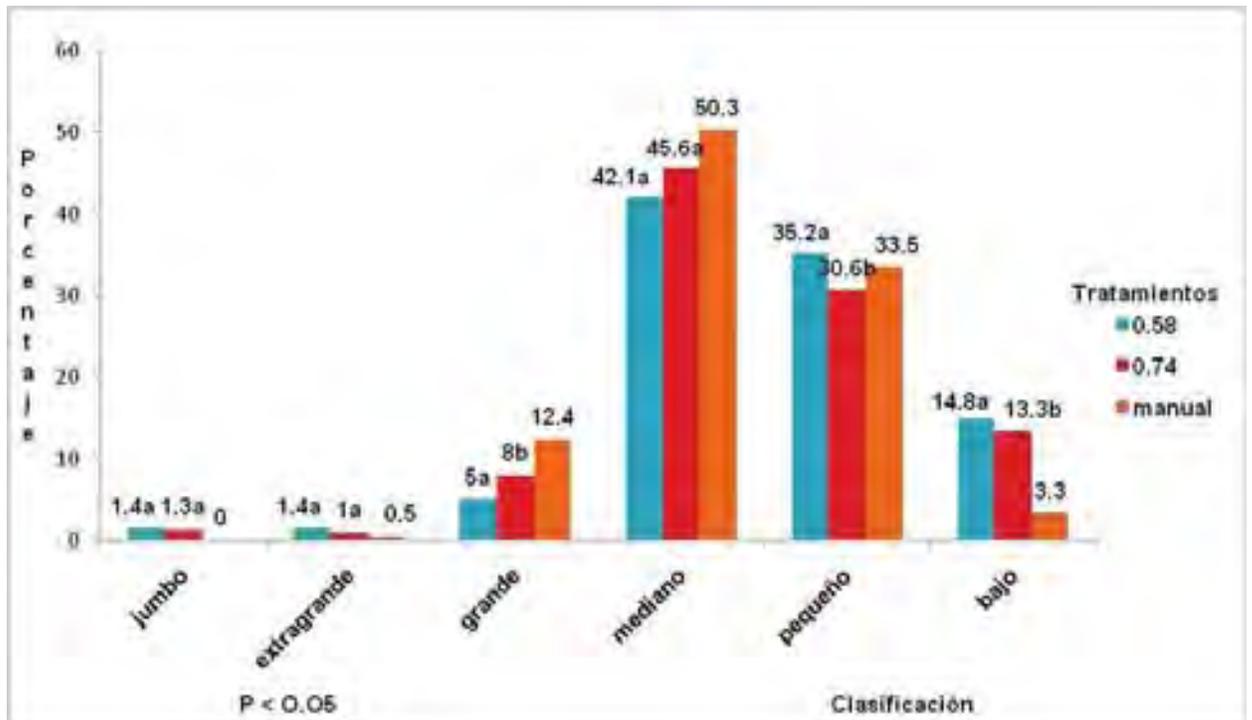


Figura 3. Comparación del tamaño del huevo en porcentaje, utilizando la clasificación tipo americana al adicionar diferentes niveles de AAT.

Cuadro 1. Recomendaciones de espacio.*

	Mínimo	Máximo
Espacio de jaula	350 cm ² /ave	465 cm ² /ave
Piso	8.5 aves/m ²	7 aves/m ²
Espacio de Comederos	7.6 cm/ave	10 cm/ave
bebederos	1 bebedero o nipple/8 aves	Acceso a 2 unidades/jaula

* Manual Bovans Blancas 2003.

Cuadro 2. Clasificación americana del huevo en base a su tamaño y peso.*

Clasificación del peso	Peso (g)
Jumbo	>71
Extragrande	64-71
Grande	56.7-64
Mediano	50-56.7
Chico	42.5-50
pequeño	<42

*Commercial Management Guide 2009-2011 Hy-Line estirpe W-36

Cuadro 3. Comparación de peso del huevo de diferentes líneas genéticas*

Edad (semanas)	Hy -Line W-36	Hy- Line Roja
20	46.9	47.7
30	57.3	62.0
40	60.8	64.3
50	61.9	65.3
60	63.1	66.3
70	63.4	66.9
80	63.5	67.2

* Modificado de Fuente⁴: Factores que afectan el tamaño del huevo.

Cuadro 4. Composición de las dietas basales experimentales para gallinas.

Ingrediente	EM (Kcal/kg)			
	2700	2800	2900	3000
Sorgo	659.17	650.70	625.94	601.20
Pasta de soya	190.02	196.32	202.21	208.10
Carbonato de calcio	102.54	102.50	102.44	102.40
Salvado de trigo	12.47	0.00	0.00	0.00
Fosfato de calcio	11.22	11.42	11.47	11.53
Aceite vegetal	6.00	20.60	39.6	58.58
Sal	4.40	4.40	4.41	4.41
Premezcla de Vitaminas y min*	2.50	2.50	2.50	2.50
L-lisina HCl	2.22	2.10	1.96	1.81
Secuestrante de micotoxinas	2.00	2.00	2.00	2.00
Pigmento amarillo vegetal**	1.20	1.20	1.20	1.20
Pigmento rojo vegetal***	1.00	1.00	1.00	1.00
DL-Metionina	0.51	0.51	0.52	0.52
Cloruro de colina 60%	0.50	0.50	0.50	0.50
Bacitracina zinc	0.30	0.30	0.30	0.30
Antioxidante	0.10	0.10	0.10	0.10
Fitasa****	0.10	0.10	0.10	0.10
Azúcar	3.75	3.75	3.75	3.75
Total	1000	1000	1000	1000

***VITAMINAS y min** : Vitamina A 3,833.000 KUI, Vitamina D₃ 1,500.00 KUI, Vitamina E 13,333.500 mg, Vitamina K₃ 1,333.275 mg, Vitamina B₁ 499.560 mg, Vitamina B₂ 2,000.000 mg, Vitamina B₆ 1,000.400 mg, Vitamina B₁₂ 6,670 mg, nicotinamida 15,000.00 mg, acido pantotenico 3,332.700 mg, acido fólico 277.600 mg, biotina 40.00 mg, cloruro de colina 133,333.200 mg, cobre 3,333.350 mg, hierro 23,333.250 mg, manganeso 37,888.820 mg, yodo 333.400 mg, zinc 26,666.640 mg, selenio 100.000 mg, carbonato de calcio 370.000 g, aceite mineral 5.000 g, vehiculo c.b.p 1.000 kg.

****PIGMENTO AMARILLO VEGETAL** (avelut): xantofilas amarillas 15 g/kg.

*****PIGMENTO ROJO VEGETAL** (avired en polvo): colorante de origen vegetal 5g/kg, capsicum.

******FITASA**: fitasa bacteriana de origen E. coli, fitasa IP6, productos de fermentación de *Saccharomyces pomde*, harina de trigo, propionato de calcio, acido cítrico.

Cuadro 5. Análisis calculado de las dietas experimentales empleadas.

Análisis calculado				
EM Kcal/kg	2700	2800	2900	3000
Proteína cruda %	15.18	15.24	15.32	15.40
Met+cis %*	0.580	0.580	0.580	0.580
Lisina %	0.900	0.900	0.900	0.900
Treonina %	0.598	0.601	0.603	0.606
Met+cis digestible %	0.453	0.453	0.454	0.455
Lisina digestible %	0.803	0.803	0.802	0.801
Treonina digestible %	0.477	0.481	0.484	0.488
Fósforo disponible	0.440	0.440	0.440	0.440
Sodio %	0.180	0.180	0.180	0.180
Calcio total %	4.000	4.000	4.000	4.000
Ac.linoleico %	1.151	1.744	2.666	3.574
Extracto etéreo %	2.54	3.96	5.69	8.32

* AAT: Aminoácidos Azufrados Totales.

Cuadro 6. Resultados promedio de parámetros productivos en gallinas de postura alimentadas con diferentes niveles de energía y aminoácidos azufrados totales.

PORCENTAJE DE POSTURA			
AAT %*	0.58	0.74	PROMEDIO
EM Kcal/kg			
2700	68.8±2.59	65.8±2.59	67.3±1.83^a
2800	66.0±2.59	69.0±2.59	67.5±1.83^a
2900	66.2±2.59	62.4±2.59	64.3±1.83^a
3000	69.4±2.59	67.5±2.59	68.4±1.83^a
PROMEDIO	67.6±1.29^a	66.2±1.29^a	
PESO DE HUEVO (g)			
2700	46.8±1.14	49.1±1.14	48.0±0.80^a
2800	48.4±1.14	49.0±1.14	48.7±0.80^a
2900	48.2±1.14	46.6±1.14	47.5±0.80^a
3000	47.2±1.14	49.8±1.14	48.5±0.80^a
PROMEDIO	47.7±0.57^a	48.6±0.57^a	
MASA DE HUEVO (g)			
2700	34.4±1.39	33.7±1.39	34.0±0.98^a
2800	33.4±1.39	35.4±1.39	34.4±0.98^a
2900	34.5±1.39	32.2±1.39	33.4±0.98^a
3000	35.0±1.39	35.2±1.39	35.1±0.98^a
PROMEDIO	34.3±0.69^a	34.1±0.69^a	
CONSUMO DE ALIMENTO (g)			
2700	101.0±1.02	97.3±1.02	99.1±0.72^a
2800	100.6±1.02	98.8±1.02	99.7±0.72^a
2900	100.6±1.02	97.5±1.02	99.1±0.72^a
3000	98.1±1.02	94.0±1.02	96.1±0.72^b
PROMEDIO	100.1±0.51^a	97.0±0.51^b	
CONVERSIÓN ALIMENTICIA (Kg:Kg)			
2700	3.4±0.42	3.7±0.42	3.6±0.30^a
2800	3.7±0.42	3.8±0.42	3.7±0.30^a
2900	3.4±0.42	4.7±0.42	4.1±0.30^a
3000	3.26±0.42	3.1±0.42	3.2±0.30^a
PROMEDIO	3.45±0.21^a	3.85±0.21^a	

Promedio ± error estándar de la media

Diferente letra en columna es estadísticamente diferente (P< 0.05)

* AAT: Aminoácidos Azufrados Totales

Cuadro 7. Peso inicial de las gallinas (a las 18 semana de edad) y ganancia de peso (g).

Peso inicial			
AAT %*	0.58	0.74	PROMEDIO
EM Kcal/kg			
2700	1239.2±41.03	1287.7± 41.03	1263.5±29.0^a
2800	1256.0±41.03	1264.0±41.03	1260.0±29.0^a
2900	1207.8±41.03	1271.9±41.03	1239.9±29.0^a
3000	1210.7±41.03	1238.0±41.03	1224.3±29.0^a
PROMEDIO	1228.4±20.5^a	1265.4±20.5^a	
Ganancia Total de peso			
2700	298.1±48.2	234.1±48.2	266.1±34.1^a
2800	280.3±48.2	256.2±48.2	268.2±34.1^a
2900	419.7±48.2	321.8±48.2	370.7±34.1^a
3000	361.0±48.2	336.7±48.2	348.8±34.1^a
PROMEDIO	339.7±24.1^a	287.2±24.1^a	

Promedio ± error estándar de la media

No se encontró diferencia entre tratamientos (P> 0.05)

* AAT: Aminoácidos Azufrados Totales

Cuadro 8. Producción de huevo en gallinas Bovans Blancas de la semana 18 a 25 (en porcentaje) de acuerdo a la clasificación tipo americana.

Jumbo			
AAT %*	0.58	0.74	PROMEDIO
EM Kcal/kg			
2700	1.2±0.51	1.3±0.51	1.2±0.36^a
2800	1.2±0.51	2.0±0.51	1.6±0.36^a
2900	2.3±0.51	0.9±0.51	1.6±0.36^a
3000	0.9±0.51	0.9±0.51	0.9±0.36^a
PROMEDIO	1.4±0.25^a	1.3±0.25^a	
Extragrande			
2700	1.4±0.59	1.4±0.59	1.40±0.41^a
2800	0.5±0.59	0.7±0.59	0.60±0.41^a
2900	2.2±0.59	1.3±0.59	1.73±0.41^a
3000	1.6±0.59	0.7±0.59	1.17±0.41^a
PROMEDIO	1.4±0.29^a	1.0±0.29^a	
Grande			
2700	4.3±1.77	5.96±1.77	5.1±1.25^a
2800	3.8±1.77	6.49±1.77	5.2±1.25^a
2900	5.9±1.77	9.2±1.77	7.6±1.25^a
3000	6.1±1.77	10.4±1.77	8.3±1.25^a
PROMEDIO	5.0±0.88^a	8.0±0.88^b	
Mediano			
2700	36.7±2.72	42.0±2.72	39.3±1.92^a
2800	41.7±2.72	41.7±2.72	43.8±1.92^a
2900	44.5±2.72	48.1±2.72	46.3±1.92^a
3000	45.4±2.72	46.7±2.72	46.0±1.92^a
PROMEDIO	42.1±1.36^a	45.6±1.36^a	
Pequeño			
2700	40.6±3.01	35.3±3.01	37.9±2.13^a
2800	37.6±3.01	29.6±3.01	33.6±2.13^{ab}
2900	31.0±3.01	30.0±3.01	30.4±2.13^{ab}
3000	31.5±3.01	27.6±3.01	29.6±2.13^b
PROMEDIO	35.2±1.50^a	30.6±1.50^b	
Bajo			
2700	15.8±1.99	14.1±1.99	14.9±1.40^a
2800	15.1±1.99	15.2±1.99	15.1±1.40^a
2900	14.1±1.99	10.5±1.99	12.3±1.40^a
3000	14.4±1.99	13.6±1.99	14.0±1.40^a
PROMEDIO	14.8±0.99^a	13.3±0.99^a	

Promedio ± error estándar de la media

Diferente letra en columna es estadísticamente diferente P < 0.05

* AAT: Aminoácidos Azufrados Totales

Cuadro 9. Consumo de EM, proteína cruda y ácido linoleico.

Consumo de EM Kcal/ave/día			
AAT %	0.58	0.74	PROMEDIO
EM Kcal/kg			
2700	272.6±2.96	262.6±2.96	267.6±2.09^a
2800	281.6±2.96	276.6±2.96	279.1±2.09^b
2900	291.8±2.96	282.8±2.96	287.3±2.09^a
3000	294.3±2.96	282.1±2.96	288.2±2.09^a
PROMEDIO	285.0±1.48^a	276.0±1.48^b	
Consumo de proteína cruda g/ave/día			
2700	15.42±0.15	14.86±0.15	15.14±0.11^a
2800	15.36±0.15	15.09±0.15	15.22±0.11^a
2900	15.37±0.15	14.90±0.15	15.13±0.11^a
3000	14.98±0.15	14.37±0.15	14.67±0.11^b
PROMEDIO	15.28±0.07^a	14.80±0.07^b	
Consumo de ácido linoléico g/ave/día			
2700	1.15±0.02	1.11±0.02	1.13±0.02^a
2800	1.85±0.02	1.82±0.02	1.83±0.02^b
2900	2.78±0.02	2.69±0.02	2.73±0.02^c
3000	3.62±0.02	3.67±0.02	3.64±0.02^d
PROMEDIO	2.35±0.01^a	2.32±0.01^b	

Promedio ± error estándar de la media

Diferente letra en columna es estadísticamente diferente P < 0.05

* AAT: Aminoácidos Azufrados Totales

IX. REFERENCIAS:

1. Unión Nacional de Avicultores. Compendio de indicadores económicos del sector avícola 2009. Dirección de Estudios Económicos. México D.F. 2009.
2. Martínez AC. Avances en nutrición de gallina de postura. Memorias del III Congreso CLANA; 2008 noviembre 18 –21; Cancún (Quintana Roo) México. México (D.F.): Colegio Latinoamericano de Nutrición Animal A.C. 2008:221-224.
3. North MO, Bell DD. Manual de producción avícola. 3ª edición. México D.F: El Manual Moderno, 1993.
4. Fuente MB. Factores que afectan el tamaño del huevo zootecnia y manejo de las aves productoras de huevo comercial. Sistema de Universidad Abierta. México DF. En prensa.
5. López CC. Optimización de la nutrición de ponedoras en nuestros días. Memorias del III Congreso CLANA; 2008 noviembre 18 –21; Cancún (Quintana Roo) México. México (D.F.): Colegio Latinoamericano de Nutrición Animal A.C.2008: 193-197.
6. Elliot AM. Application of new concepts in pullet and layer nutrition. Memorias del III Congreso CLANA; 2008 noviembre 18 – 21; Cancún (Quintana Roo) México. México (D.F.): Colegio Latinoamericano de Nutrición Animal A.C. 2008: 199-220.

7. Quintana L. J. A., Crianza de gallinas ponedoras. En: diplomado en producción avícola. Modulo I. Zootecnia avícola. Escamilla GM, Parra HMA, Vargas AM, editores. México UNAM FMVZ: 1999: 51-57.
8. Nilipour HA, Factores que afectan el tamaño de huevo. Industria avícola 1995; 8-10.
9. ISA. Joly P. Factors that influence egg weight: how to change it to meet market requirements? A Hendrix Genetics Company. Saint Briec, France. 2007.
10. Cuca GM. Ávila GE, Pro MA. Alimentación de las aves. Universidad Autónoma Chapingo. Dirección de Patronato Universitario. Departamento de Zootecnia. 2008.
11. Leeson S, Summers JD. Commercial poultry nutrition. 3rd. edition. University books. Canada. 2005.
12. De Blas C, Mateos GG. Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 1991.
13. Martin DW, Mayes PA, Rodwell VW. Bioquímica de Harper. 14^a edición. El manual moderno S.A de C.V, México, 1997.
14. Keshavarz K, Nakajima S. The Effect of dietary manipulations of energy, protein and fat during the growing and laying periods on early egg and egg components. Poult Sci. 1995; 74:50-61.
15. Elliot MA. Amino acid nutrition of modern laying hens. Intermountain Nutrition Conference. Memorias del 10 th Annual Meeting. January 29-30 2008. Salt Lake City (Utah). Estados Unidos. Dairy Nutritional Strategies to Meet Economic and Environmental Challenges. 2008. 193-221.

16. Calderón VM, Jensen LS. The Requirement for sulfur amino acid by laying hens as influenced by the protein concentration. *Poult Sci.* 1990; 69:934-944.
17. Waldroup P.W, Hellwig H.M. Methionine and total sulfur amino acid requirements influenced by stage of production. *J Appl Poult Res.* 1995; 4:283-292.
18. Klasing KC. Comparative avian nutrition. Cab international. New York, USA. 1998.
19. Mc Donald P, Edwards RA, Greenhalgh JF, Morgan CA. Nutrición animal. 6ª edición. Editorial acribia S.A. Zaragoza, España, 2006.
20. Sumano H, Ocampo L. Farmacología veterinaria. 3ª edición. Mc Graw-Hill, México D.F.
21. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Tlahuac: Cuaderno de información básica delegacional. México (D.F): INEGI, 1992.
22. Jmp8.0. Copyright © 2008. SAS Institute inc.
23. Totsuka K, Okazaki Y, Yamamoto A, Koide K, Watanabe E, Toyomizu M *et al.* Effect of Dietary Crude Protein and metabolizable energy levels on the performance of laying hens. *Jan Poult Sci.* 1993; 30:1-15.
24. Fuente MB, Gonzales ER, Ávila GE. Comportamiento productivo de gallinas ligeras con dietas con diferente concentración energética. Memorias de VIII Congreso Nacional de AMENA; 1997 octubre 30-noviembre1º; Puerto Vallarta (Jalisco) México. México (D.F.): Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal A.C, 1997.
25. Harms R.H, Russell G.B. The influence of methionine on commercial laying hens. *J Appl Poult Res.* 1998; 7:45-52.

26. Harms R.H, Russell G.B, Sloan D.R. Performance of four strains of commercial layers with major changes in dietary energy. J Appl Poult Res. 2000; 9:535-541.
27. Harms R.H, Russell G.B. Performance of commercial laying hens when fed diets with various sources of energy. J. Appl Poult Res. 2004; 13:365-369.
28. Wu G, Bryant M, Voitle R.A, Roland D.A. Effect of dietary energy on performance and egg composition of bovens white and dekalb white hens during phase I. Poult Sci. 2005; 84:1610-1615.
29. Wu G, Gunawardana P, Bryant M.M, Roland D.A. Influence of dietary energy and antibiotic on performance, egg solids, and egg quality in bovens white and delkab white hens. J App Poult Res. 2008; 17:323-330.
30. Grobas S. Mendez J, De Blas C, Mateos G.G. Laying hens productivity as affected by energy, supplemental fat, and linoleic acid concentration of the diet. Poult Sci. 1999; 78:1542-1551.
31. Chan D, Pro A, Cuca M, Sosa E, Gallegos J. Diferentes concentraciones de energía y calcio en la dieta de gallinas: para aumentar el peso del huevo al inicio de la postura. Memorias del V Congreso Internacional de Ganadería de Doble Propósito; 2007 octubre 22-25; Cusco (Perú) Perú. Perú (Lima): Asociación Peruana de Producción Animal (APPA) A.C, 2007.
32. Yousefi M, Shivazad M, Sohrabi-Haghdoust I. Effects of reducing dietary methionine, linoleic acid, choline and increasing energy on performance and eggshell quality in aged laying hens. European Poultry Conference; 2006 septiembre 10-14; Verona (Italia) Italia. Italia (Roma): World Poultry Science Association. 2006. 13-14.

33. Narvaez.-Solarte W, Rostagno H.S, Soares P.R, Silva M.A, Uribe L.F. Nutritional requirements in methionine + cystine for white-egg laying hens during the first cycle of production. *Int J Poult Sci.* 2005; 4(12): 965-968.
34. Peters J.C, Harper A.E. Adaptation of rats to diets containing different levels of protein: effect on food intake, plasma and brain amino acid concentration and brain neurotransmitter metabolism. *J of Nutrition* 115; 382-398. 1985
35. Harper A.E. Amino acid imbalances, toxicities and antagonisms. *Nutr. Rev.* 1965; 14:225-227.
36. National Research Council. 1994. Nutrients requirements of poultry; 9th Revised Edition. National Academy Press, Washington, DC.
37. Bregendahl K. Amino acid nutrition of modern laying hens. Intermountain Nutrition Conference. Memorias del 10 th Annual Meeting. January 29-30 2008. Salt Lake City (Utah). Estados Unidos. Dayri Nutritional Strategies to Meet Economic and Environmental Challenges. 2008.
38. Keshavarz K. The effect of light, floor space, and energy and protein levels during the growing period on body weight and early egg size. *Poult Sci.* 1998;77:1266-1279.
39. Zollitsch W, Jevne C, Leske K, Coon C. Utilización de aminoácidos cristalinos en las dietas de gallinas ponedoras. Memorias del V ciclo de conferencias sobre aminoácidos sintéticos, 1993, Septiembre 24; México (D.F. México), México D.F. Fermex A.C. 1993. 85-121.
40. Ahmad HA, Roland DA. Effect of method of feeding and feed formulation on performance and profitability of laying hens: an econometric approach. *J Appl Poult Sci Res;* 2003;12:291-298.

41. Bregendahl K, Roberts S, Kerr B, Hoeler D. Ideal amino acid profile for 28 a 35 weeks old laying hens. Degussa Corporation. Iowa State University Animal Industry Report. 2008.
42. Zou S.G, Wu Y.Z. Effects of protein and supplemental fat on performance of laying hens. I J of Poult Sci. 2005; 4(12):986-989.
43. Novak C, Yakout HM, Scheideler SE. The effect of dietary protein level and total sulfur amino acid: lysine ratio on egg production parameters and egg yield in Hy-Line W-98 hens. Poult Sci. 2006; 85:2195-2206.
44. Novak C, Yakout H, Scheideler S. The effect of dietary lysine level and TSAA: lysine ratio on egg production parameters and egg yield. Poultry Report MP00-75. Nebraska. 2000.
45. Simiz E. Driha A, Brudiu I, Simiz F. The influence of protein, methionine and lysine feeded level, in laying hens performances during the plateau part of the laying curve. Lucrări Științifice Zootehnie și Biotehnologii, 2008;vol 41(1). Timișoara.
46. Cuca GM. Ávila GE. Alimentación de las aves. Universidad Autónoma Chapingo. Dirección de patronato universitario. Departamento de Zootecnia. 1996.
47. Scragg RH, Logan NB, Geddes N. Response of weight to the inclusion of various fats in layers diets. Br Poult Sci. 1987; 28:15-21.
48. Merkel W.D, Harms R.H, Bonhsack C.R, Russell G.B. Performance of commercial layers when fed diets with corn oil added from 24 to 36 weeks of age. J Appl Poult Res. 2002; 11:418-423.

49. Harms R.H, Rusell G.B, Bohnsack C.R, Merkel W.D, The effect of corn oil reduction in the diet on laying hen performance. Brazilian Journal of Poultry Science. 2004; 6:183-186.
50. Whitehead CC, Bowman AS, Griffin HD. Regulation of plasma oestrogen by dietary fats in the laying hen: Relationship with Egg Weight. Br Poult Sci. 1993; 34:999-1010.
51. Bohnsack CR, Harms RH, Merkel WD, Russell GB. Performance of commercial layers when fed diets with four levels of corn oil or poultry fat. J Appl Poult Res. 2002; 11:68-76.
52. Novak C, Yakout H, Scheideler S. The combined effect of dietary lysine and total sulfur amino acid level on egg production parameters and egg components in dekalb delta laying hens. Poult Sci. 2004; 83:977-984.
53. Chan- Colli M, Carvajal M, Segura J, Sarmiento L, Santos R. Effect of dietary energy and sulphur amino acid level on egg production traits in the tropics. Journal of Animal and Veterinary Advances. 2007; 6(10):1209-1213.