



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE MEDICINA  
VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EFFECTO EN LA MASA DEL  
HUEVO AVE-DÍA EN ETAPA  
TEMPRANA DE LA PRODUCCIÓN  
EN GALLINAS ISA-BROWN CON  
ÁCIDO LINOLEICO Y  
AMINOÁCIDOS AZUFRADOS.**

PRESENTA:

HILDA GARCÍA RODRÍGUEZ

ASESORES:

MVZ.MC.BENJAMÍN FUENTE  
MARTÍNEZ

MVZ.EPA.TOMÁS JÍNEZ MÉNDEZ

MÉXICO, D.F., OCTUBRE, 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: Tomás y Ma. Victoria

Por darme el regalo más grande que es la vida, por sacarme adelante, por enseñarme los valores necesarios para ser un gran ser humano, por todo su apoyo incondicional que me han brindado, la enorme paciencia que me han tenido y sobre todo por el gran amor que me han dado.

LOS AMO.

A mis hermanos: Felipe, Rodrigo y Tomás

Que aunque no estuvieron tan cerca, se que me apoyaron.

LOS QUIERO.

A: Ángeles

Por haberte convertido en mi mejor amiga y mi cómplice, ayudarme, apoyarme y obligarme con tu ejemplo a seguir adelante, sin ti, todo hubiera sido más difícil.

TE QUIERO.

Al amor de mi vida: Isaac

Por compartir todo este tiempo conmigo, por tu cariño, comprensión y apoyo que siempre me has brindado.

TE AMO.

A mi más grande tesoro: Mi hijo Samuel

Por haber llegado a mi vida en el momento indicado, por regalarme todos los días tus más sinceras sonrisas y sobre todo por ser el motor que le hacia falta a mi vida.

TE AMO.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Autónoma de México por el privilegio de formar parte de una Institución orgullosamente Mexicana, con el prestigio que solo la máxima casa de estudios en México puede tener y por ser una Universidad forjadora de grandes hombres y mujeres.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por prestarme un poco de su sabiduría para el bien de la sociedad y por abrirme las puertas hacia una vida profesional.

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 realizara este proyecto. Gracias a los dos por su colaboración. Y a todo el personal del Centro.

Al Dr. Benjamín Fuente Martínez, por su gran ayuda, comprensión, paciencia y sobre todo el gran apoyo que me ofreció, gracias por brindarme su amistad y escucharme siempre.

Al Dr. Tomás Jínez Méndez, por darme la oportunidad de realizar este proyecto, gracias por su colaboración.

Al Dr. Jaime Esquivel Peña, por todo el conocimiento que me apporto y su gran amistad que me brindo siempre.

A Ángeles, un enorme agradecimiento por haber estado conmigo en la etapa más importante de mi vida, por ser una amiga fiel y sincera y haber aligerado la carga durante el proceso de mi desarrollo profesional.

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN .....	1
I. INTRODUCCIÓN .....	2
II.JUSTIFICACIÓN .....	12
III.HIPÓTESIS .....	13
IV.OBJETIVO GENERAL .....	14 V.
V. OBJETIVOS PARTICULARES .....	14
VI. MATERIAL Y MÉTODOS.....	15
VII. RESULTADOS.....	19
VIII. DISCUSIÓN .....	21
IX.CONCLUSIONES. ....	25
X. REFERENCIAS .....	26

XI. CUADROS Y FIGURAS.....	32
Cuadro 1. Composición de las dietas basales experimentales para gallinas.....	32
Cuadro 2. Análisis calculado de las dietas experimentales empleadas.....	33
Cuadro 3. Clasificación americana del huevo con base en su tamaño y peso.....	34
Cuadro 4. Resultados promedio de parámetros productivos en gallinas de postura alimentadas con diferentes niveles de energía y aminoácidos azufrados totales.....	35
Cuadro 5. Peso inicial de las gallinas (a las 18 semanas de edad) y ganancia de peso.....	36
Cuadro 6. Producción de huevo en gallinas Isa-Brown de la semana 18 a 25 (en porcentaje) de acuerdo a la clasificación tipo americana.....	37
Cuadro 7. Consumo de energía metabolizable (EM), proteína cruda y ácido linoleico.....	38
Figura 1. Factores que modifican el tamaño de huevo. <sup>8</sup> .....	39
Figura 2. Formula de metionina y cistina (aminoácido esencial y no esencial).....	40
Figura 3. Cistina, (Aminoácido semiesencial).....	41
Figura 4. Comparación del tamaño del huevo en porcentaje, utilizando la clasificación tipo americana al adicionar diferentes niveles de Aminoácidos azufrados digestibles.....	42

## **RESUMEN**

GARCÍA RODRÍGUEZ HILDA. Efecto en la masa del huevo ave-día en etapa temprana de la producción en gallinas Isa-Brown con ácido linoleico y aminoácidos azufrados (Bajo la dirección de MVZ. MC. Benjamín Fuente Martínez. MVZ. EPA. Tomás Jínez Méndez)

Con el objeto de evaluar el comportamiento productivo de gallinas Isa-Brown de primer ciclo alimentadas con diferentes niveles de energía metabolizable (EM) y de metionina + cistina digestibles (AAD), para disminuir el porcentaje de huevo pequeño (<42g) al inicio de la producción, se utilizaron 384 gallinas Isa-Brown 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 digestibles 0.45 y 0.61%. Cada tratamiento contó con 4 repeticiones de 12 gallinas. Se llevaron registros semanales, durante 8 semanas, del 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 con el peso. Al inicio y al final del experimento, se pesaron 128 gallinas (4 aves/réplica) para determinar la ganancia de peso. Los resultados obtenidos mostraron efecto a peso del huevo y consumo de alimento, con los niveles de EM y concentraciones de AAD ( $P < 0.05$ ). Se disminuyó el porcentaje de huevo bajo en 4.24 unidades porcentuales con el nivel más alto de EM (3000 Kcal/kg).

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **Situación de la Avicultura Nacional**

México es el primer consumidor de huevo fresco para plato en el mundo, en segundo lugar se encuentra Japón y en tercer lugar Singapur. La avicultura actual representa más del 60% de la producción pecuaria en el país. En el 2008 se consumieron 21.68 kg de huevo por habitante, lo que representa un consumo de 347 piezas; para el 2009 se estimó que el consumo fue de 21.9 kg de huevo al año por habitante. Los principales estados productores de huevo son: Jalisco, que genera la mitad de la producción de huevo del país, Puebla (18%) y Sonora (7%), estos 3 estados juntos representan el 75% del total de la producción nacional.<sup>1</sup>

La parvada nacional avícola en el 2008 se aproximó a los 450 millones de aves; 131 millones de gallinas ponedoras, 245 millones de pollos al ciclo y 936 mil pavos al ciclo. Durante el periodo de 1994 a 2008, la producción de huevo en México aumentó a un ritmo anual de 3.3%; sin embargo, durante el 2008 decreció 1.2% respecto a lo registrado en 2007. La mayor producción de huevo en México es blanco, con el 94%, y el 6% restante corresponde a huevo rojo, del cual la línea Isa-Brown produce el 50% y la estirpe Hy Sex Brown el otro 50%.<sup>1</sup> Los costos de producción directos (alimento, empaque, electricidad, mantenimiento, mano de obra, medicamento, etc.) representan el 91.9% y los indirectos representan el 8.1% del costo total del huevo. El alimento representa aproximadamente el 61%.<sup>1</sup>



## **Control del peso del huevo en la gallina de postura semipesada**

El peso del huevo está ligado al peso de la gallina. Una buena práctica para seguir la evolución del peso del huevo, es efectuar un pesaje de este cada 2 días al iniciar la producción.<sup>2</sup>

Hay factores que hacen variable el peso de 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 ese potencial.<sup>2,3</sup>

Un resumen de los principales factores que afectan el peso de huevo se muestra en la Figura 1.

El peso del huevo es el 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 con respecto a la gallina ligera.<sup>4</sup>

Los principales avances en la selección genética de la gallina de postura comercial, se manifiestan en la edad al inicio de la postura y en la mortalidad durante el ciclo de producción; así como en el aumento del número de huevos producidos, y en el peso de los mismos (particularmente al inicio de la postura).<sup>5</sup>

## **Factores nutricionales**

Las aves consumen alimento primero para satisfacer sus necesidades de energía, si la dieta es deficiente en energía entonces consumen mayor cantidad de alimento, por el contrario, si el contenido energético es alto, menor será el consumo.<sup>6-8</sup>

El consumo de alimento varía de acuerdo con la edad y la etapa de producción; por lo que es difícil definir el requerimiento de energía para mantenimiento, síntesis de tejido muscular y huevo.<sup>9</sup>

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 del huevo. Desde el punto de vista nutricional, el tamaño del huevo puede manipularse a través del aporte adecuado de energía metabolizable y aminoácidos incluidos en las dietas para gallinas de postura.<sup>6</sup>

## **Aminoácidos**

Hay entre 22 aminoácidos a partir de los cuales se forman las proteínas. Estas entran al sistema circulatorio como aminoácidos, los cuales son transportados a los diferentes tejidos, donde se usan para el crecimiento, reparación de los tejidos, y, en las gallinas ponedoras, para la formación del huevo.<sup>6</sup>

No existe un requerimiento de proteína *per se* para las funciones vitales del animal, pero esta debe de ser capaz de satisfacer las necesidades de los aminoácidos. De los 22 aminoácidos, 10 no pueden ser sintetizados en cantidades adecuadas por las aves (arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptófano y valina).<sup>6, 10</sup>

## **TRANSPORTE DE AMINOACIDOS**

Cuando los aminoácidos absorbidos alcanzan el hígado, algunos de ellos se utilizan para la síntesis de proteínas del tejido hepático o de las proteínas de la sangre. Sin embargo, la mayor parte pasan a través del hígado en forma de aminoácidos libres. Por lo tanto, una parte considerable de los aminoácidos necesarios para las células del cuerpo, puede derivar de los aminoácidos libres presentes en el plasma. Los aminoácidos libres son usados por los tejidos. Debido a que la masa muscular es mucho mayor comparada con otros órganos, es evidente que el mayor almacenamiento de aminoácido se produce en este tejido. Los músculos y otros órganos sólo pueden almacenar los aminoácidos de 2 a 4 horas.<sup>11</sup>

El transporte de aminoácidos a través de la pared celular es probablemente similar al proceso de absorción. Aparentemente en dos sitios intervienen mediadores que están presentes en la pared celular, y si bien hay competencia definida entre pares de aminoácidos, ciertas combinaciones tienden a ayudar o a mediar el transporte

de ambos aminoácidos. Se dice que la metionina, por ejemplo, puede mediar el paso de otros aminoácidos como la leucina y aminoácidos neutros similares. Es bien sabido que varios de los aminoácidos de la forma quelatos son cationes polivalentes. Existe una fuerte evidencia de que estos quelatos ayudan en el paso de los iones de metal a través de las membranas celulares.<sup>11</sup>

## **METIONINA**

La metionina es un aminoácido no polar, que contiene un átomo de azufre, es el primer aminoácido en la síntesis de cualquier proteína. La metionina y la cistina son los 2 aminoácidos que contienen un átomo de azufre.<sup>12</sup> (Figura 2)

La metionina debe ser suministrada, porque el organismo de las aves es incapaz de sintetizarla. Al formular dietas con base en sorgo + soya, la metionina es el primer aminoácido limitante.<sup>6</sup>

La calidad de la proteína representa el factor más importante 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 14.5-15 g/ave/día a las 60 semanas de edad, sin efectos negativos en la producción.<sup>5</sup> Keshavarz y Nakajima en 1995<sup>13</sup> señalaron que al incrementar la proteína cruda de la dieta de inicio de las ponedoras de 17 a 22%, el peso del huevo aumenta.

Calderón *et al.*, en 1990,<sup>14</sup> mostraron un efecto lineal en el peso del huevo al incrementar la cantidad de aminoácidos azufrados (metionina + cistina) en la dieta de 0.65 a 0.81%, y concluyeron que el peso del huevo aumenta 0.7g por cada 0.05% de incremento de aminoácidos azufrados en gallinas de 59 semanas de edad.

En 1995 Waldroup *et al.*,<sup>15</sup> utilizaron varias concentraciones de metionina con 0.2% de cistina en varias edades de las gallinas, en el periodo de 25 a 32 semanas utilizaron 0.23% o 0.38% de metionina y notaron un incremento de 5.6% en el peso de huevo. Al comparar 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 (colina y metionina) son importantes donadoras de grupos metilo para la síntesis de creatina. La concentración adecuada de colina reduce el requerimiento de metionina.<sup>16</sup>El contenido de aminoácidos esenciales afecta el consumo de alimento, por lo que dietas deficientes en uno o más aminoácidos esenciales dan como resultado menor consumo de alimento y baja ganancia de peso.<sup>6</sup>

## **Transformación de metionina a cistina**

La cistina es un aminoácido semiesencial, cuando no se cumple su requerimiento con las fuentes de proteína de la dieta, este se aporta en la ración ya que se sintetiza a partir de uno esencial (metionina) y de esta manera se cubre las necesidades de metionina + cistina (aminoácidos azufrados).

La metionina en presencia de ATP se transforma a s-adenosilmetionina, este compuesto dona el grupo metilo a una gran variedad de aceptores, la s-adenosilmetionina es luego hidrolizada a homocisteina y adenosina.

La homocisteina es un intermediario y puede ser remetilado a metionina o condensarse con serina para formar cistationina. La conversión de homocisteina a cistina no es reversible. La cistina no puede convertirse a metionina. (Figura 3)<sup>12</sup>

## **Energía metabolizable y Ácido linoleico**

Si el nivel energético del alimento para ponedora es similar al del alimento para pollita, el tamaño del huevo y el crecimiento del ave al inicio de la postura no se ven afectados. La cantidad de energía debe ser superior a 2700Kcal/EM para cubrir las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción. La presencia de aceite en el alimento aumenta aproximadamente 2% la cantidad energética ingerida. En todos los casos, el peso del huevo al principio de la producción, depende de la ganancia del peso de la gallina.<sup>17</sup>

Los carbohidratos 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, entre otras. La dieta baja en energía provoca disminución del crecimiento y mala eficiencia alimenticia. La fuente más económica de energía proviene de los cereales (maíz, sorgo, cebada, trigo). Las grasas son una fuente mas concentrada de energía metabolizable y proporciona 2.25 veces más energía que las proteínas y carbohidratos, por unidad de peso.<sup>6</sup>

La energía metabolizable (EM) por si sola, es un factor difícil de manejar para aumentar el peso del huevo, tanto por el alto costo de las grasas y aceites, como por la afectación del consumo de alimento y de nutrientes como aminoácidos esenciales, calcio, fosforo, vitaminas y minerales.<sup>18</sup>

La EM (ácido linoleico) es uno de los factores con mayor efecto sobre el peso del huevo, al incluir 1.2-1.4% de grasa, se mejora el peso del huevo por el incremento indirecto de EM proporcionada por los ácidos grasos esenciales .<sup>5</sup>

La grasa o aceite de origen vegetal o animal son ricos en ácido linoleico, además de ser fuente de energía y de ácidos grasos esenciales. Al incorporar aceite en la dieta cuidando que la proporción de ácido linoleico sea de 1% 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 el nacimiento o crecimiento.<sup>6, 19</sup>

Se aconseja un aporte cotidiano de 1.6g de ácido linoleico durante el inicio de la postura y de 1.4g después de las 28 semanas. El aporte de aceite vegetal permite mejorar la digestibilidad de la ración y aumentar el consumo energético (alrededor del 2%). La adición de aceite permite que las partículas más finas se aglomeren entre ellas.<sup>6, 8, 10</sup>

Cuando las dietas contienen más de 1.5% de ácido linoleico en el inicio de la producción, se obtiene mejor peso del huevo. Alimento con 3% mejora en 1g el tamaño de huevo, en comparación con las dietas que contienen 1.5%.<sup>4, 8, 18</sup>

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

Para incrementar la productividad y minimizar el costo, es necesario contar con valores precisos del contenido energético, así como de las necesidades energéticas, ya que la formulación adecuada de energía incrementa la eficacia con que se utilizan otros nutrientes.<sup>10</sup>



Hay 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 bocio génicos (glucosinolatos).<sup>11,20</sup>
- Harina de algodón: contiene un pigmento amarillo llamado gossipol, el cual reduce la disponibilidad de la lisina. Aminoácido importante para optimizar el peso del huevo.<sup>11,20</sup>
- Nicarbazina: se utiliza como anticoccidiano, pertenece al grupo de las carbanilidas. Es tóxica para gallinas ponedoras, disminuye la postura y el peso del huevo, despigmenta además el cascarón en gallinas que ponen huevo rojo.<sup>11,21</sup>

## **II.JUSTIFICACIÓN**

Pocas semanas después de alcanzar la madurez sexual y antes de que las gallinas lleguen a su pico de producción, gran parte de los huevos puestos son de bajo valor económico, debido a su peso. Además falta más información del efecto del ácido linoleico y los aminoácidos azufrados sobre el peso del huevo en la etapa desde que inician postura (5%) y hasta el pico de producción (95%). Por lo que se buscan alternativas en la alimentación que permitan 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 beneficio económico será mayor.

### **III.HIPÓTESIS**

Si se incrementa la cantidad de ácido linoleico y aminoácidos azufrados digestibles en la dieta de la gallina (Isa-Brown), desde que esta rompe postura hasta que alcanza el pico de producción, entonces mejorará la masa de huevo ave-día y otros parámetros productivos.

## **IV.OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el comportamiento productivo y la ganancia de peso de la gallina Isa-Brown de primer ciclo a través de la adición de 4 concentraciones de ácido linoleico, energía metabolizable y metionina + cistina digestible con el fin de disminuir el porcentaje de huevo pequeño (<42g) al inicio de la producción.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

-Clasificar el huevo de la gallina Isa-Brown de primer ciclo durante las semanas 18-26 de acuerdo con el sistema estadounidense (bajo, pequeño, mediano, grande, extragrande y jumbo), al tener diferentes niveles de ácido linoleico, energía metabolizable y de metionina + cistina total/digestible en la dieta.

-Calcular la ganancia de peso de la gallina Isa-Brown de primer ciclo de la semana 18 a la 26 al emplear dietas con diferentes niveles de ácido linoleico, energía metabolizable y de metionina + cistina total/digestible.

-Evaluar el comportamiento productivo (porcentaje de postura, peso promedio del huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia, masa de huevo) de la gallina Isa-Brown de primer ciclo.

## 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 Tlahuac, Distrito Federal a 2300 msnm entre los paralelos 19°15' latitud Oeste, 19°18' latitud Norte, 99°02' longitud Oeste. Bajo condiciones de clima templado húmedo Cw, enero es el mes más frío y mayo el más caluroso, la temperatura promedio anual es de 16° C y la precipitación pluvial anual media es de 747 mm.<sup>22</sup>

Todos los procedimientos de manejo de 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 emplearon 384 gallinas rojas de la línea Isa Brown de 18 semanas de edad, con peso promedio de 1.68kg las cuales se alojaron en jaulas en una caseta de ambiente natural. Las aves se distribuyeron en un diseño completamente al azar en 32 grupos de 12 aves cada uno.

Los tratamientos y los análisis calculados de las dietas se muestran en los Cuadros 1 y 2 respectivamente, donde se cubrieron las recomendaciones que marca la guía de manejo de la estirpe, a excepción de la energía metabolizable y de los aminoácidos azufrados digestibles que serán cubiertos por el aceite de soya y DL-Metionina sintética, respectivamente.

El alimento y el agua se ofrecieron a libre acceso durante todo el experimento. Los tratamientos consistieron en la adición de diferentes concentraciones de ácido linoleico, energía metabolizable y metionina + cistina digestible (AAD), se empleó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 4 X 2 donde el primer factor fue la concentración de energía (2,700, 2,800, 2,900 y 3,000 Kcal/kg), el segundo factor fue el porcentaje de inclusión de metionina + cistina digestible (0.45, 0.61). Cada tratamiento contó con 4 repeticiones de doce gallinas cada uno.

Los tratamientos se muestran a continuación:

- Tratamiento 1.- 2,700 Kcal EM: 0.45% de AAD y 1.15% de ácido linoleico
- Tratamiento 2.- 2,700 Kcal EM: 0.61% de AAD y 1.15% de ácido linoleico
- Tratamiento 3.- 2,800 Kcal EM: 0.45% de AAD y 1.74% de ácido linoleico
- Tratamiento 4.- 2,800 Kcal EM: 0.61% de AAD y 1.74% de ácido linoleico
- Tratamiento 5.- 2,900 Kcal EM: 0.45% de AAD y 2.66% de ácido linoleico

- Tratamiento 6.- 2,900 Kcal EM: 0.61% de AAD y 2.66% de ácido linoleico

- Tratamiento 7.- 3,000 Kcal EM: 0.45% de AAD y 3.57% de ácido linoleico

- Tratamiento 8.- 3,000 Kcal EM: 0.61% de AAD y 3.57% de ácido linoleico

Se llevaron registros semanales, durante 8 semanas, del porcentaje de postura, peso promedio del huevo, consumo de alimento, y se calculó la masa de huevo por ave por día y la conversión alimenticia; además, se clasificó el huevo de acuerdo con la medida estadounidense de la semana 18 a la 26. (Cuadro 3)

Al inicio y al final del experimento se tomó una muestra de 4 gallinas por réplica (128 aves en total), mediante un muestreo aleatorio simple sin reemplazo se pesaron y se calculó la ganancia de peso durante el periodo.

Al final del estudio, los datos de las variables obtenidas, se analizaron estadísticamente conforme al diseño experimental empleado:

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

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

$Y_{ijk}$  = variable de respuesta

$\mu$  = media general

$\alpha_i$  = kcal energía metabolizable

$\beta_j$  = % de aminoácidos azufrados digestibles

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

$\epsilon_{ijk}$  = error experimental

Para la comparación entre medias, se les realizó un análisis mediante la prueba de Tukey con una significancia de  $P < 0.05$ , con el Programa de Jmp. Ver 8.<sup>23</sup>



## VII. RESULTADOS

En el Cuadro 4, 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; no se encontró efecto de interacción entre el nivel de EM y AAD, sobre el porcentaje de postura, peso de huevo, masa de huevo, consumo de alimento y conversión alimenticia ( $P>0.05$ ).

El consumo de alimento, fue menor ( $P<0.05$ ) (106.0g), con el nivel de 2900 Kcal/kg de EM que con la dieta con 2700 Kcal de EM (108.9 g). Hubo una disminución de 2g ( $P<0.05$ ) en el consumo de alimento, cuando se usó (0.61%) de aminoácidos azufrados, independiente de la cantidad de EM. El peso promedio del huevo en la dieta que contenía 0.45% de AAD fue mayor (52.3g) al de la dieta con 0.61%(50.9g)

No se encontró respuesta en las variables productivas porcentaje de postura, peso del huevo, masa de huevo y conversión alimenticia, para ninguno de los niveles de ácido linoleico y energía metabolizable estudiados ( $P>0.05$ )

En el Cuadro 5 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 AAD.

Con respecto a la ganancia total de peso, no se encontró diferencia estadística en ninguno de los niveles de aminoácidos y de energía empleados ( $P > 0.05$ )

De acuerdo con los resultados de la clasificación americana del huevo producido, en porcentaje, no se encontró efecto ( $P > 0.05$ ) de los diferentes niveles de energía que lograran modificar el tamaño de huevo jumbo, extragrande, grande, mediano y pequeño (Cuadro 6).

Se logró disminuir en promedio 4.24 unidades porcentuales el huevo bajo ( $P < 0.05$ ) al usar el nivel de energía de 3000 kcal/ Kg de EM y 3.57% de ácido linoleico con respecto a los otros tres tratamientos (2700, 2800, 2900 Kcal/Kg de EM). Con respecto al nivel de aminoácidos azufrados digestibles, no se encontró efecto sobre el huevo jumbo, extragrande, grande, mediano o pequeño, pero si hay una disminución de 3.2 unidades porcentuales en el huevo bajo ( $P < 0.05$ ) al emplear dietas con el nivel más bajo de AAD (0.45%) con respecto al nivel de 0.61%.

En el Cuadro 7 se observa el consumo de EM, proteína cruda y ácido linoleico. Se encontró un efecto de interacción entre los AAD y el consumo de EM en donde se aprecia que al incrementar la EM en la dieta se incrementa el consumo de esta, el de proteína cruda y de ácido linoleico en todas las dietas; sin embargo, al incrementar los AAD de 0.45 a 0.61% se disminuye el consumo de EM, de Proteína cruda y de Acido linoleico.

## VIII. DISCUSIÓN

El huevo con cascarón café tiende a ser más pesado que el cascarón blanco. El peso del huevo tiene alto grado de heredabilidad (55%), lo que es el primer factor que afecta el peso del huevo, aunque el peso corporal, la madurez sexual y el consumo de alimento son factores de manejo que afectan de manera significativa el peso del huevo, también diversos problemas (sanitarios y alimenticios) acarrear una progresión lenta del peso del huevo.<sup>2,4,18</sup>

El peso vivo al principio de la producción influye en la productividad de las ponedoras, el Manual de manejo Isa-Brown<sup>2</sup> establece que entre el 5% de puesta y el pico de producción, la ganancia de peso debe ser de alrededor de 300 g. Las gallinas utilizadas en este experimento tuvieron una ganancia total promedio de peso de 247.2 g (semana 18 a 26), siendo inferior a lo que menciona este manual (Cuadro 5). Sin embargo, no se afectó el comportamiento productivo de las aves, además la ganancia de peso en el experimento no se vio afectada por los diferentes niveles de ácido linoleico y energía metabolizable debido a que las gallinas regulan relativamente el consumo de alimento en función del contenido energético. En este estudio, las gallinas alimentadas con 2900 Kcal consumieron 2.9g menos de alimento que aquellas alimentadas con 2700 Kcal,

Esta observación concuerda con la de Grobas *et al.*, en 1999<sup>24</sup> quienes encontraron una disminución del consumo de alimento en gallinas Isa Brown (123 vs 116g), en dietas con niveles de energía de 2680 y 2810 Kcal/kg, respectivamente.

En este trabajo se observó una disminución de 2% en el consumo con la dieta de 0.61% respecto a la de 0.45% de AAD. Peters *et al.*,<sup>25</sup> y Harper en 1965<sup>26</sup> demostraron que algunos aminoácidos regulan el consumo de alimento debido al desorden en la síntesis del metabolismo de los neurotransmisores en el cerebro que estimulan el apetito, lo que provoca una disminución en el consumo y, por lo tanto, también en la de nutrientes.

El consumo de AAD fue de 489.1 a 663 mg, el NRC<sup>27</sup> establece como mínimo 580 mg digestibles para que no exista una deficiencia, por lo que el consumo de AAD fue mayor a lo que menciona el NRC<sup>27</sup>, el manual de la estirpe menciona como recomendación un consumo de 800 mg como mínimo; sin embargo, los parámetros productivos que se obtuvieron fueron similares a los de la guía de manejo, por lo que las recomendaciones del manual de la estirpe pueden estar sobre estimados.

Los resultados obtenidos para el porcentaje de postura y el peso de huevo fueron similares en todas las dietas, con lo que concuerda con Wu *et al.*, en 2005<sup>28</sup> y 2008<sup>29</sup> con dietas de 2870-2956 y 2776-2908 Kcal / kg EM, respectivamente,

y Cuca *et al.*, en 2008,<sup>6</sup> quienes no encontraron diferencia en el porcentaje de postura y el peso del huevo con dietas que variaron de 2600 a 3000 Kcal/kg de EM probadas en varias épocas del año, sin embargo, el consumo de alimento fue mayor a medida que disminuyó el nivel de energía en la dieta.

Como el porcentaje de postura y el peso de huevo no se afectaron y la masa de huevo utiliza estos dos elementos para su calculo (% de postura \* peso de huevo), los niveles de energía ni de AAD afectan este parámetro, lo cual concuerda con las observaciones de Wu *et al.*, en 2005<sup>28</sup>, Narvaez-Solarte *et al.*, en 2005<sup>30</sup> y Cuca *et al.*, en 2008.<sup>6</sup> Sin embargo, estos autores utilizan gallinas que varían de 21 a 38 semanas de edad, por lo que están muy cerca de o en el pico de producción, lo que difiere con este trabajo que se realizó de la semana 18 - 26 de edad (5% al 95% de producción)

Las gallinas utilizadas en este experimento consumieron en promedio 16.43 g/ave/día de proteína y el NRC<sup>28</sup> establece un consumo mínimo de 16.5 g/ave/día por lo que se cubrió el requerimiento de este nutriente. En cuanto al consumo de ácido linoleico, el NRC<sup>27</sup> establece 1.1 %, las gallinas utilizadas consumieron 2.52%, al respecto Grobas *et al.*, en 1999<sup>24</sup> mencionan que dietas con 1.15 a 1.65% de ácido linoleico no modifican el peso del huevo. Sin embargo Scragg *et al.*,<sup>31</sup> señalan que hay una mejoría en el peso del huevo con niveles mayores a 2% en gallinas de 22 a 69 semanas de edad. No encontramos efecto benéfico sobre el peso de huevo con ninguno de los niveles de ácido linoleico empleado, pero si

sobre la clasificación tipo americana Se encontró una disminución de 4.24 unidades porcentuales del huevo bajo en la dieta de 3000 Kcal/kg de EM debido probablemente al consumo de ácido linoleico con respecto a la dieta de 2900 Kcal/kg de EM. Merkel *et al*<sup>32</sup> y Harms *et al*<sup>33</sup> mencionan que el peso del huevo se incrementa debido a que el consumo de energía aumenta y no al incremento del consumo de ácido linoleico. Otros<sup>34, 35, 36</sup> 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.

En cuanto al efecto de los aminoácidos sobre la clasificación del huevo tipo americana y sobre el peso del huevo el cual se disminuyó en el huevo bajo en 3.2 unidades porcentuales y se incrementó el peso del huevo en 1.4g con el nivel más bajo de AAD, al respecto Chan-culli *et al.*,<sup>37</sup> mencionan que el aumento en el peso del huevo esta asociado con el aumento del peso de la albúmina, por una respuesta directa al contenido de AAD. Sin embargo el nivel de 0.61% de AAD aparenta ser detrimental para el ave debido a que en lugar de aumentar el peso del huevo lo disminuyó.

## **IX.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, ácido linoleico y AAD en dietas para gallinas desde que estas rompen postura hasta que alcanzan el pico de producción, no se afecta el porcentaje de postura, conversión alimenticia, el peso ni la masa de huevo ave/día; tampoco la clasificación del huevo tipo americano en huevo jumbo, extragrande, grande, mediano y pequeño.
2. Con 3000 Kcal/kg de EM y 3.75% de ácido linoleico en la dieta de gallinas Isa Brown rojas de 18 a 26 semanas de edad se reduce el porcentaje de huevo bajo (3.2 unidades porcentuales).
3. Al emplear niveles de aminoácidos azufrados de 0.45%, se optimizó el peso promedio de huevo y se disminuyó el porcentaje de huevo bajo.
4. Para las primeras 8 semanas desde el inicio de la postura (18 semanas de edad), se recomienda usar 3000 Kcal/kg de EM y 0.45%, de AAD para tener efectos benéficos sobre el peso del huevo.

## **X. REFERENCIAS**

1. Unión Nacional de Avicultores. Compendio de indicadores económicos del sector avícola 2009. Dirección de Estudios Económicos. México D.F. 2009.
2. North MO, Bell DD. Manual de producción avícola. 3ª edición. México D.F: El Manual Moderno, 1993.
3. Tepox PMA. Empleo de diferentes niveles de energía metabolizable y aminoácidos azufrados en gallinas al inicio de la producción. (Tesis de Licenciatura. México (D.F.)) México. Universidad Nacional Autónoma de México, 2010.
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. Cuca GM, Ávila GE, Pro MA. Alimentación de las aves. Universidad Autónoma Chapingo. Dirección de Patronato Universitario. Departamento de Zootecnia. 2008.



7. 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.
8. Leeson S, Summers JD. Commercial poultry nutrition. 3<sup>rd</sup>. Edition. University books. Canada. 2005.
9. Sakomura NK. Modeling Energy Utilization in Broiler Breeders, Laying Hens and Broilers. Brazilian Journal of Poultry Science. 2004;6:1-11
10. De Blas C, Mateos GG. Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid, 1991.
11. Leeson S, Summers JD. Nutrition of the Chicken. 4<sup>th</sup> Edition, 2001
12. Martin DW, Mayes PA, Rodwell VW. Bioquímica de Harper. 14<sup>a</sup> edición. El Manual Moderno, México, 1997.
13. 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.
14. Calderon VM, Jensen LS. The Requirement for sulfur amino acid by laying hens as influenced by the protein concentration. Poult Sci. 1990; 69:934-944.

15. Waldroup PW Hellwig H.M. Methionine and total sulfur amino acid requirements influenced by stage of production. J Appl Poult Res. 1995; 4:283-292.
16. Klasing KC. Comparative avian nutrition. Cab international. New York, USA. 1998.
17. ISA.Hendrix Genetics Company. General Management Guide Commercials. ISA. 2009.
18. Nilipour HA, Factores que afectan el tamaño de huevo. Industria avícola 1995; 45:5;8-10.
19. Joly P. Factors that influence egg weight: how to change it to meet market requirements? A Hendrix Genetics Company. Saint Briec, France. 2007.
20. Mc. Donald P, Edwards RA, Greenhalgh JF, Morgan CA. Nutrición animal. 6ª edición. Editorial acribia S.A. Zaragoza, España, 2006.
21. Sumano H, Ocampo L. Farmacología veterinaria. 3ª edición. Mc Graw-Hill, México D.F. 1997;515
22. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Tlahuac: Cuaderno Estadístico Delegacional. México (D.F): INEGI, 2001
23. Jmp8.0. Copyright © 2008. SAS Institute inc.

24. Grobas S, Méndez J, De Blas C, Mateos GG. Laying hens productivity as affected by energy, supplemental fat, and linoleic acid concentration of the diet. *Poult Sci.* 1999; 78:1542-1551.
25. 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* 1985; 115; 382-398.
26. Harper A.E. Amino acid imbalances, toxicities and antagonisms. *Nutr. Rev.* 1965; 14:225-227.
27. National Research Council. 1994. Nutrients requirements of poultry; 9<sup>th</sup> Revised Edition. National Academy Press, Washington, DC.
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. 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.

31. 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.
32. Merkel WD, Harms RH, Bonhsack CR, Russell GB. 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.
33. Harms RH, Russell GB, Bonhsack CR, Merkel WD, The effect of corn oil reduction in the diet on laying hen performance. *Brazilian Journal of Poultry Science.* 2004; 6:183-186.
34. 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.
35. Bonhsack 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.
36. 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, 83:997-984.

37. 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. *Animal and Veterinary Advances*. 2007; 6(10):1209-1213.

## XI. CUADROS Y FIGURAS

**Cuadro 1. 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 (Kg)	1000	1000	1000	1000

\* **VITAMINAS y min:** Vitamina A 3,833.000 KUI, Vitamina D<sub>3</sub> 1,500.00 KUI, Vitamina E 13,333.500 mg, Vitamina K<sub>3</sub> 1,333.275 mg, Vitamina B<sub>1</sub> 499.560 mg, Vitamina B<sub>2</sub> 2,000.000 mg, Vitamina B<sub>6</sub> 1,000.400 mg, Vitamina B<sub>12</sub> 6,670 mg, nicotinamida 15,000.00 mg, ácido pantoténico 3,332.700 mg, ácido fólico 277.660 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, vehículo 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, ácido cítrico.

**Cuadro 2. Análisis calculado de las dietas experimentales empleadas.**

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

### **Cuadro 3. Clasificación americana del huevo con base en su tamaño y peso**

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

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



**Cuadro 4. Resultados promedio de parámetros productivos en gallinas de postura alimentadas con diferentes niveles de energía y aminoácidos azufrados totales.**

<b>AAD%*</b>			
<b>EM Kcal/kg</b>	<b>0.45</b>	<b>0.61</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>Porcentaje de Postura</b>			
2700	72.2±2.51	70.6±2.51	71.4±1.77 <sup>a</sup>
2800	71.4±2.51	71.6±2.51	71.5±1.77 <sup>a</sup>
2900	73.2±2.51	71.2±2.51	72.2±1.77 <sup>a</sup>
3000	68.0±2.51	71.9±2.51	70.0±1.77 <sup>a</sup>
<b>PROMEDIO</b>	71.2±1.25 <sup>a</sup>	71.3±1.25 <sup>a</sup>	
<b>Peso de Huevo(g)</b>			
2700	51.7±0.62	50.4±0.62	51.0±0.44 <sup>a</sup>
2800	52.4±0.62	51.5±0.62	51.9±0.44 <sup>a</sup>
2900	52.3±0.62	50.5±0.62	51.4±0.44 <sup>a</sup>
3000	53.1±0.62	51.2±0.62	52.2±0.44 <sup>a</sup>
<b>PROMEDIO</b>	52.3±0.31 <sup>a</sup>	50.9±0.31 <sup>b</sup>	
<b>Masa de Huevo(g)</b>			
2700	38.0±1.24	36.9±1.24	37.5±0.87 <sup>a</sup>
2800	38.1±1.24	39.1±1.24	38.6±0.87 <sup>a</sup>
2900	39.3±1.24	37.4±1.24	38.3±0.87 <sup>a</sup>
3000	36.8±1.24	38.2±1.24	37.5±0.87 <sup>a</sup>
<b>PROMEDIO</b>	38.1±0.61 <sup>a</sup>	37.9±0.61 <sup>a</sup>	
<b>Consumo de Alimento(g)</b>			
2700	108.8±0.89	108.9±0.89	108.9±0.63 <sup>a</sup>
2800	109.0±0.89	107.8±0.89	108.4±0.63 <sup>ab</sup>
2900	107.4±0.89	104.7±0.89	106.0±0.63 <sup>b</sup>
3000	109.7±0.89	105.5±0.89	107.6±0.63 <sup>ab</sup>
<b>PROMEDIO</b>	108.7±0.44 <sup>a</sup>	106.7±0.44 <sup>b</sup>	
<b>Conversión Alimenticia(kg:kg)</b>			
2700	3.0±0.29	3.5±0.29	3.2±0.21 <sup>a</sup>
2800	2.9±0.29	3.0±0.29	2.9±0.21 <sup>a</sup>
2900	2.7±0.29	3.4±0.29	3.0±0.21 <sup>a</sup>
3000	3.6±0.29	3.1±0.29	3.4±0.21 <sup>a</sup>
<b>PROMEDIO</b>	3.1±0.14 <sup>a</sup>	3.2±0.14 <sup>a</sup>	

Promedio ± error estándar de la media

Diferente letra en columna es estadísticamente diferente P<0.05

\*AAD: Aminoácidos azufrados digestibles

**Cuadro 5. Peso inicial de las gallinas (a las 18 semanas de edad) y ganancia de peso.**

<b>AAD%*</b>			
<b>EM Kcal/kg</b>	<b>0.45</b>	<b>0.61</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>Peso Inicial</b>			
2700	1697.1±47.51	1673.0±47.51	1685.0±33.59 <sup>a</sup>
2800	1667.7±47.51	1735.7±47.51	1701.7±33.59 <sup>a</sup>
2900	1704.3±47.51	1661.3±47.51	1682.8±33.59 <sup>a</sup>
3000	1774.1±47.51	1602.0±54.86	1688.0±36.28 <sup>a</sup>
<b>PROMEDIO</b>	1710.8±23.75 <sup>a</sup>	1668.0±24.72 <sup>a</sup>	
<b>Ganancia Total de peso</b>			
2700	194.7±45.85	263.0±45.85	228.8±32.42 <sup>a</sup>
2800	252.1±45.85	283.6±45.85	267.8±32.42 <sup>a</sup>
2900	179.5±45.85	300.3±45.85	239.9±32.42 <sup>a</sup>
3000	322.2±45.85	382.5±52.94	352.3±35.01 <sup>a</sup>
<b>PROMEDIO</b>	237.1±22.92 <sup>a</sup>	257.3±23.86 <sup>a</sup>	

Promedio ± error estándar de la media

\*AAD: Aminoácidos azufrados digestibles

**Cuadro 6. Producción de huevo en gallinas Isa-Brown de la semana 18 a 25 (en porcentaje) de acuerdo a la clasificación tipo americana.**

AAD%*			
EM Kcal/kg	0.45	0.61	PROMEDIO
<b>Jumbo</b>			
2700	0.76±0.36	1.12±0.36	0.94±0.25 <sup>a</sup>
2800	0.88±0.36	1.84±0.36	1.36±0.25 <sup>a</sup>
2900	1.43±0.36	0.85±0.36	1.14±0.25 <sup>a</sup>
3000	0.69±0.36	1.19±0.36	0.94±0.25 <sup>a</sup>
<b>PROMEDIO</b>	0.94±0.18 <sup>a</sup>	1.25±0.18 <sup>a</sup>	
<b>Extragrande</b>			
2700	3.88±1.07	0.59±1.07	2.24±0.75 <sup>a</sup>
2800	1.09±1.07	0.96±1.07	1.03±0.75 <sup>a</sup>
2900	1.23±1.07	0.38±1.07	0.81±0.75 <sup>a</sup>
3000	1.98±1.07	0.92±1.07	1.45±0.75 <sup>a</sup>
<b>PROMEDIO</b>	2.05±0.53 <sup>a</sup>	0.71±0.53 <sup>a</sup>	
<b>Grande</b>			
2700	10.81±1.63	13.80±1.63	12.30±1.15 <sup>a</sup>
2800	12.25±1.63	12.61±1.63	12.43±1.15 <sup>a</sup>
2900	16.18±1.63	11.49±1.63	13.84±1.15 <sup>a</sup>
3000	14±1.63	17.20±1.63	15.60±1.15 <sup>a</sup>
<b>PROMEDIO</b>	13.31±0.81 <sup>a</sup>	13.77±0.81 <sup>a</sup>	
<b>Mediano</b>			
2700	44.01±2.08	36.84±2.08	40.42±1.47 <sup>a</sup>
2800	42.88±2.08	40.24±2.08	41.56±1.47 <sup>a</sup>
2900	40.04±2.08	41.66±2.08	40.85±1.47 <sup>a</sup>
3000	44.69±2.08	38.54±2.08	41.62±1.47 <sup>a</sup>
<b>PROMEDIO</b>	42.90±1.04 <sup>a</sup>	39.32±1.04 <sup>a</sup>	
<b>Pequeño</b>			
2700	24.51±2.40	26.14±2.40	25.32±1.70 <sup>a</sup>
2800	27.91±2.40	28.61±2.40	28.26±1.70 <sup>a</sup>
2900	20.79±2.40	26.35±2.40	23.57±1.70 <sup>a</sup>
3000	28.72±2.40	24.62±2.40	26.67±1.70 <sup>a</sup>
<b>PROMEDIO</b>	25.48±1.20 <sup>a</sup>	26.43±1.20 <sup>a</sup>	
<b>Bajo</b>			
<b>2700</b>	16±2.10	21.48±2.10	18.74±1.48 <sup>ab</sup>
<b>2800</b>	14.95±2.10	15.72±2.10	15.33±1.48 <sup>ab</sup>
<b>2900</b>	20.30±2.10	19.24±2.10	19.77±1.48 <sup>a</sup>
<b>3000</b>	9.89±2.10	17.50±2.10	13.70±1.48 <sup>b</sup>
<b>PROMEDIO</b>	15.29±1.05 <sup>a</sup>	18.49±1.05 <sup>b</sup>	

Promedio ± error estándar de la media

Diferente letra en columna es estadísticamente diferente P<0.05

\*AAD: Aminoácidos azufrados digestibles

**Cuadro 7. Consumo de energía metabolizable (EM), proteína cruda y ácido linoleico**

<b>AAD%*</b>			
<b>EM Kcal/kg</b>	<b>0.45</b>	<b>0.61</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>Consumo de EM Kcal/ave/día</b>			
2700	293.9±1.69 <sup>e</sup>	294.2±1.69 <sup>de</sup>	294.1±1.19
2800	305.3±1.69 <sup>bc</sup>	302.0±1.69 <sup>cd</sup>	303.7±1.19
2900	311.5±1.69 <sup>b</sup>	303.6±1.69 <sup>bc</sup>	307.6±1.19
3000	329.3±1.69 <sup>a</sup>	310.7±1.95 <sup>b</sup>	320.0±1.29
<b>PROMEDIO</b>	310.0±0.84	302.6±0.88	
<b>Consumo de Proteína cruda g/ave/día</b>			
2700	16.52±0.09 <sup>ab</sup>	16.54±0.09 <sup>ab</sup>	16.53±0.06
2800	16.62±0.09 <sup>ab</sup>	16.44±0.09 <sup>bc</sup>	16.53±0.06
2900	16.45±0.09 <sup>bc</sup>	16.04±0.09 <sup>cd</sup>	16.25±0.06
3000	16.90±0.09 <sup>a</sup>	15.95±0.10 <sup>d</sup>	16.42±0.07
<b>PROMEDIO</b>	16.62±0.04	16.24±0.05	
<b>Consumo de Ácido linoleico g/ave/día</b>			
2700	1.24±0.01 <sup>f</sup>	1.24±0.01 <sup>f</sup>	1.24±0.01
2800	2.00±0.01 <sup>e</sup>	1.98±0.01 <sup>e</sup>	1.99±0.01
2900	2.96±0.01 <sup>c</sup>	2.88±0.01 <sup>d</sup>	2.92±0.01
3000	4.05±0.01 <sup>a</sup>	3.82±0.01 <sup>b</sup>	3.93±0.01
<b>PROMEDIO</b>	2.56±0.00	2.48±0.00	

Promedio ± error estándar de la media

Diferente letra en columna es estadísticamente diferente P<0.05

\*AAD: Aminoácidos azufrados digestibles

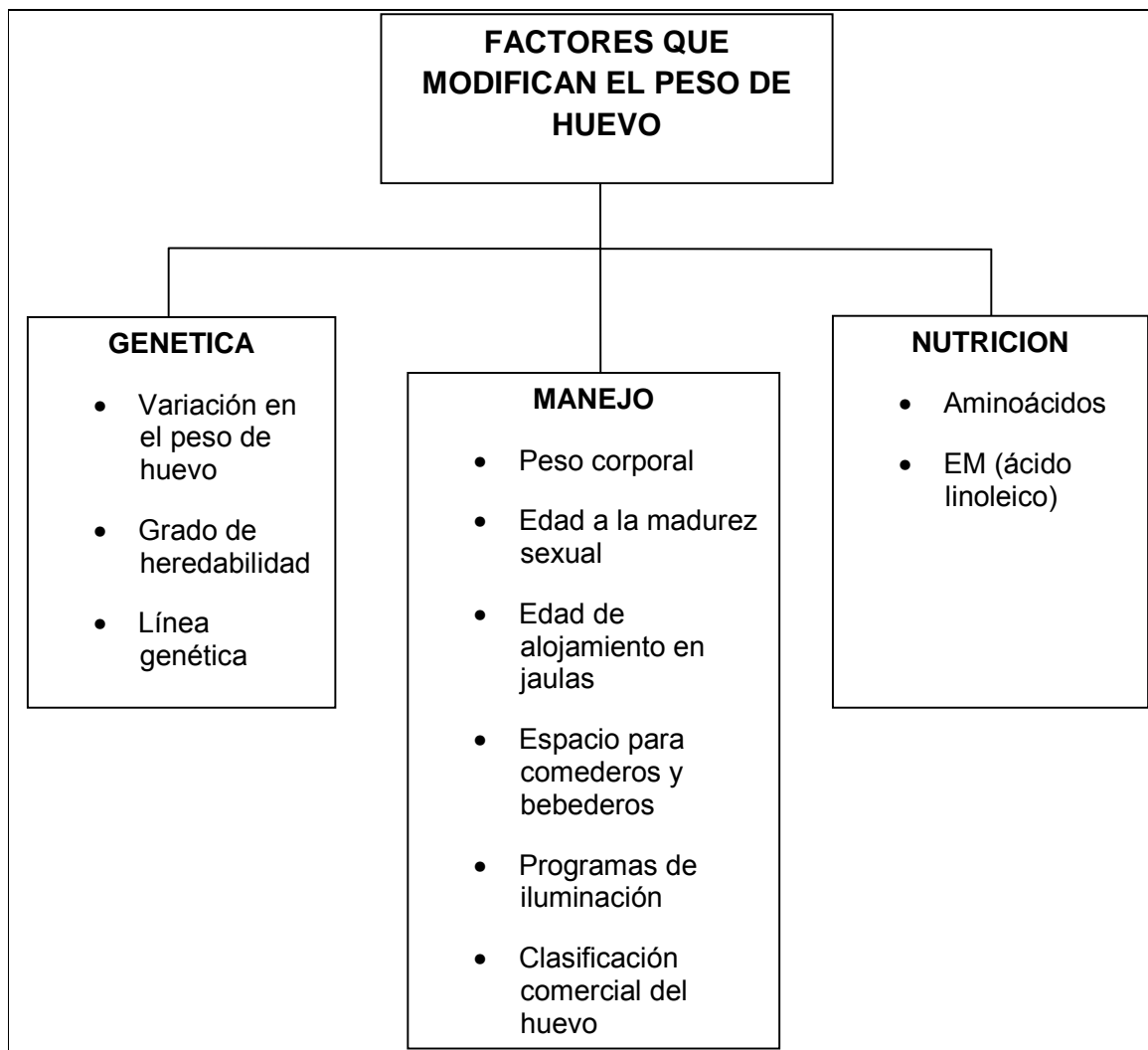
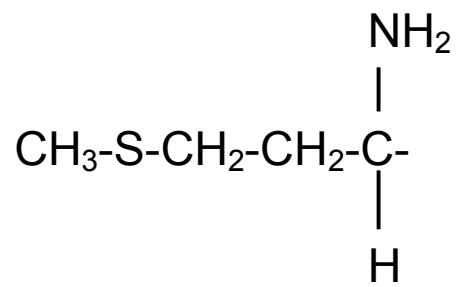


Figura 1. Factores que modifican el tamaño de huevo.<sup>8</sup>

METIONINA  $C_5H_{11}O_2NS$



CISTINA  $C_6H_{12}O_4N_2S_2$

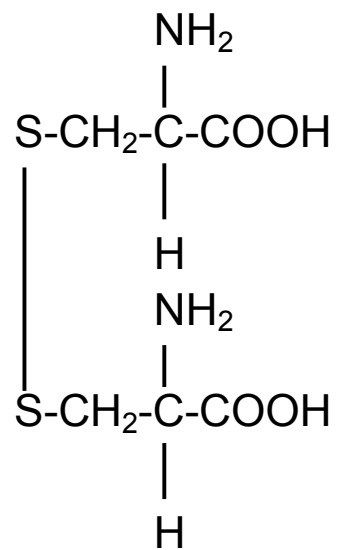
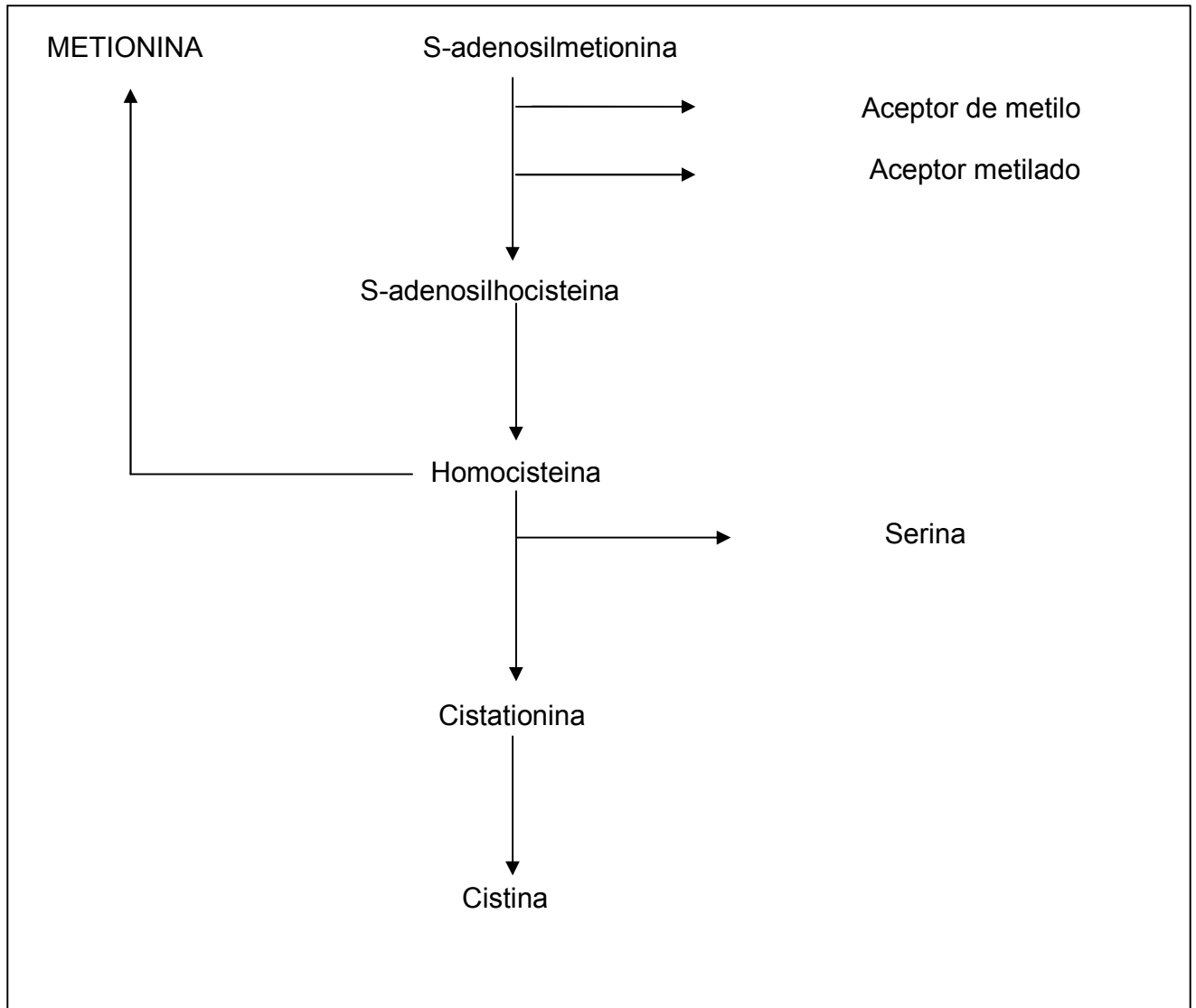
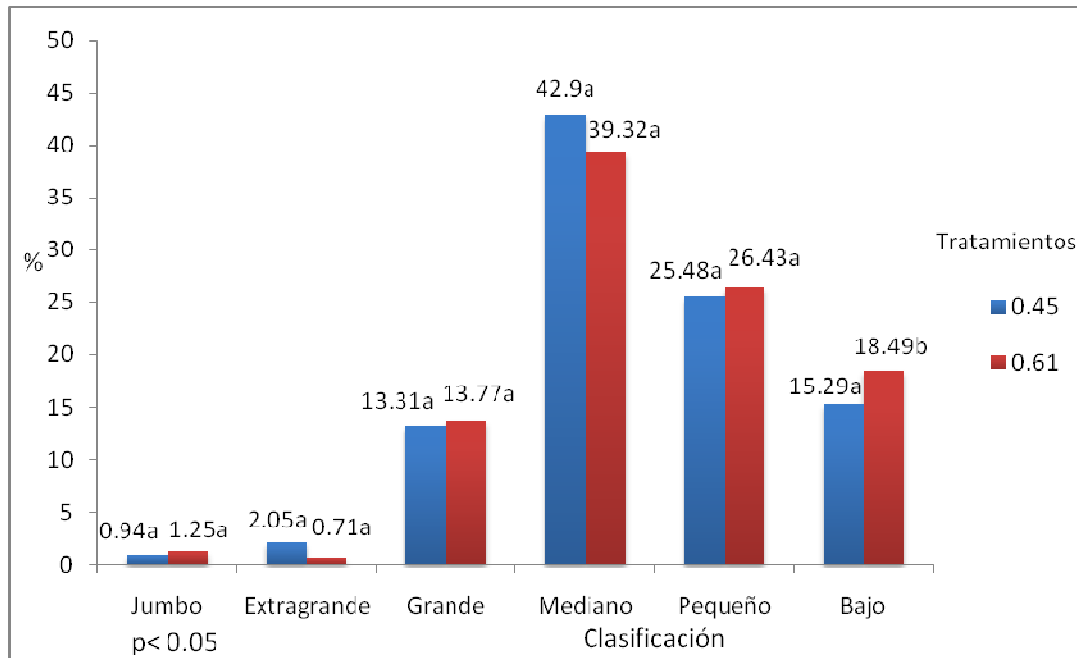


Figura 2. Formula de metionina y cistina (aminoácido esencial y no esencial)



**Figura 3. Cistina, (Aminoácido semiesencial)**



**Figura 4. Comparación del tamaño del huevo en porcentaje, utilizando la clasificación tipo americana al adicionar diferentes niveles de Aminoácidos azufrados digeribles**