



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.

---

EVALUACIÓN DE UN EMULSIFICANTE DE GRASAS EN  
DIETAS SORGO-SOYA PARA GALLINAS EN POSTURA SOBRE  
EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y CALIDAD DEL  
HUEVO.

TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

PRESENTA:

**DAVID RAMOS VIDALES.**

Asesores:

MVZ MC Ernesto Ávila González.

MVZ MC Arturo Cortés Cuevas.



México, D.F.

2012



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

***DEDICATORIA.***

*A mi familia por su apoyo, enseñanzas y confianza a lo largo de mi vida.*

## **AGRADECIMIENTOS.**

A mi familia por hacer posible este momento, espero pagar todo lo que han dado algún día.

A los docentes del C.E.I.E.P.Av. en especial:

Al Dr. Ernesto Ávila González por brindarme un tema de tesis, sus enseñanzas, su constante asesoría a lo largo del experimento, por ofrecerme la confianza de ser su ayudante de investigación y darme la oportunidad de aprender mucho más acerca de lo fascinante que es la avicultura.

Al Dr. Arturo Cortés Cuevas por su constante asesoría e interés a lo largo de la realización del experimento y la tesis.

Al Dr. José Luis Gil Mejía por su amistad y confianza.

Al Dr. Benjamín Fuente Martínez por su ayuda y numerosos conocimientos que me brindó.

A todos los amigos que conocí a lo largo de mi estancia en el C.E.I.E.P.Av: Sarahí, Liz, Miriam, Tatiana, Elia, Itzel, Carlos, Eric, Iván, Manuel, Jorge y Lázaro gracias por su constante inspiración y ayuda.

## CONTENIDO

	<i>Página.</i>
RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
HIPÓTESIS .....	18
OBJETIVO GENERAL.....	19
OBJETIVOS PARTICULARES .....	19
MATERIAL Y MÉTODOS.....	20
RESULTADOS .....	23
DISCUSIÓN .....	25
CONCLUSIONES .....	29
REFERENCIAS.....	30
CUADROS .....	35
FIGURAS .....	40

## RESUMEN

RAMOS VIDALES DAVID. Evaluación de un emulsificante de grasas en dietas sorgo-soya para gallinas en postura sobre el comportamiento productivo y calidad del huevo. (Bajo la dirección de MC. Ernesto Ávila González y MC Arturo Cortes Cuevas).

Con la finalidad de investigar el uso de un emulsificante en dietas Sorgo-Soya para gallinas en postura y su efecto en el comportamiento productivo y calidad del huevo, se realizó el siguiente experimento. Se emplearon 288 gallinas, de la estirpe Bovans White de 23 a 31 semanas de edad. Se utilizaron 4 tratamientos, con 6 repeticiones de 12 gallinas cada una. Se empleó un diseño completamente al azar, con arreglo factorial 2X2; donde un factor fueron las dietas (testigo y baja en energía metabolizable -EM-) y el otro factor fue la adición del emulsificante globina (con globina y sin globina). Los tratamientos fueron: 1.- Dieta testigo 2.- Dieta testigo con globina (1 kg /ton), 3.- Dieta baja en EM y 4.- Dieta baja en EM con globina (1 kg /ton). Se llevaron registros de porcentaje de postura, peso de huevo, consumo de alimento, índice de conversión y masa de huevo; así como de calidad de huevo (porcentaje de huevo roto, sucio y en fáfara, unidades Haugh, color de la yema y grosor de cascarón). Los resultados en 56 días de experimentación mostraron que la reducción calórica (100 kcal EM/kg) no afectó el rendimiento productivo y calidad del huevo, además la inclusión del emulsificante globina a razón de 1 kg/Ton de alimento no mejoró el comportamiento productivo, ni la calidad del huevo.

## INTRODUCCIÓN

La industria avícola, ha logrado consolidarse a lo largo de los años como la actividad pecuaria más importante de México. En 2011, la industria avícola Mexicana registró un crecimiento de 3% respecto a lo obtenido en 2010, se estima que para 2012 crecerá 1.5%.<sup>(1)</sup>

La avicultura mexicana en 2010, aportó el 0.73% en el PIB agropecuario y el 38.18% en el PIB pecuario.<sup>(2)</sup> El sector avícola participa con el 63.48% de la producción pecuaria; 33.8% aporta la producción de pollo, 29.52% la producción de huevo y 0.15% la producción de pavo. La avicultura produjo en 2011 más de 5.4 millones de toneladas de alimento, y el valor de la producción fue mayor a 94 mil millones de pesos.<sup>(1,2)</sup>

De 1994 al 2010 el consumo de insumos agrícolas ha crecido a un ritmo anual de 3.2%, siendo la avicultura la principal industria transformadora de proteína vegetal en proteína animal.<sup>(2)</sup> Para el año 2011 el consumo de alimento balanceado fue de 14.6 millones de toneladas, de las cuales: 9.2 millones de toneladas fueron de grano forrajero; maíz, sorgo y trigo; 2.9 millones de toneladas de pastas de oleaginosas y 2.5 millones de toneladas de otros ingredientes.<sup>(1,2)</sup>

En el periodo 1994-2010, el crecimiento anual de los empleos que generó la industria avícola fue de 3.3%. En 2011, la industria avícola forjó 1'154,000 empleos, de los cuales 192 mil fueron directos y 962 mil indirectos.<sup>(1,2)</sup> Cabe destacar que el 60% de los empleos totales, los crea la rama avícola de pollo, el 38% la de huevo y sólo un 2% la de pavo.<sup>(2)</sup>

La parvada nacional creció 3% en 2011, respecto al crecimiento en 2010. Actualmente existen en México 470 millones de aves, distribuidas en; 145 millones de gallinas ponedoras, 270 millones de pollos al ciclo y 662 mil pavos al ciclo.<sup>(1,2)</sup>

(3)

La producción de huevo en México en el año 2011 fue de 2.538 millones de toneladas, ubicándose México como el quinto productor de huevo a nivel mundial, se espera que para 2012 se alcance una producción de 2.576 millones de toneladas de huevo.<sup>(1)</sup> La producción se concentra en tres estados que representan el 80% de la producción nacional, contando con los siguientes porcentajes: Jalisco 55%, Puebla 17% y Sonora 8%. La Región de la Laguna y los estados de Yucatán, Guanajuato, Sinaloa y, Nuevo León representaron el 16% de la producción nacional y el resto del territorio nacional únicamente el 4%.<sup>(1)</sup> Uno de los factores que han impulsado el crecimiento de la industria avícola, es el costo económico de su proteína en relación a otras proteínas de origen animal.

Un dato que debemos recordar, es que México es el principal consumidor de huevo en el mundo. Para el año 2011, se espera que el consumo per-cápita llegue a 22.8Kg. El consumo de huevo por habitante se sigue incrementando cada año, la tasa media de crecimiento anual de los últimos años fue de casi 2%.<sup>(3)</sup> La producción diaria de huevo se comercializa principalmente a granel (80%), empaques cerrados, doceneras y dieciochoneras (14%) y en forma procesada o industrializada (6%).<sup>(2)</sup> Los investigadores en la industria avícola, están en una búsqueda continua de aditivos que mejoren la eficiencia alimentaria y la sanidad animal; ejemplo de ello, son los emulsificantes, que pueden ser una alternativa en el uso eficiente de los aceites y grasas empleados como fuente concentrada de energía.

El uso adecuado de dichos emulsificantes, puede mejorar el rendimiento productivo de los animales al hacer más eficiente el uso de grasas incluidas en la dieta, lo que se traduce en un impacto favorable en los costos por alimentación.

## **Lípidos y su función.**

Los lípidos o grasas, son un grupo de compuestos químicos con diversas propiedades químicas, que tienen como característica común el hecho de ser solubles en solventes orgánicos (éter, benceno y heptano) y ser insolubles en agua. <sup>(4)</sup> De igual forma las funciones biológicas de estos lípidos son diversas; por ejemplo las grasas y los aceites son las principales formas de almacenamiento de energía en muchos organismos y los fosfolípidos y esteroides constituyen cerca del 50% de las membranas biológicas. Otros lípidos, aunque presentes relativamente en pequeñas cantidades, juegan un papel muy importante; por ejemplo, como acarreadores de electrones, cofactores enzimáticos, pigmentos, agentes emulsificantes, mensajeros intracelulares y como hormonas, por mencionar algunos. <sup>(5)</sup> Las grasas, son la forma como se almacena la energía en el cuerpo y en el huevo; aproximadamente en base seca, son el 40% del huevo y el 17% del cuerpo del pollo. <sup>(6)</sup>

### **Clasificación y composición de los lípidos**

*Ácidos grasos no esterificados (AGNE).*

Los constituyentes más abundantes de las grasas y los aceites son los ácidos grasos no esterificados (AGNE), ácidos carboxílicos con cadenas hidrocarbonadas. <sup>(5)</sup>

Los AGNE se dividen en saturados e insaturados. Los ácidos grasos saturados, contienen enlaces simples carbón-carbón en la cadena alifática y todos los demás enlaces disponibles son ocupados por átomos de hidrógeno. Los ácidos grasos insaturados, contienen enlaces dobles en la cadena alifática y según la cantidad de dobles enlaces se pueden dividir en monoinsaturados cuando sólo contienen una doble ligadura y en poliinsaturados cuando poseen dos o más dobles enlaces en la cadena de carbón. <sup>(4, 5,7)</sup> (Cuadro 1).

Las aves son capaces de sintetizar ácidos grasos poliinsaturados de las familias n-7 (palmitoleico) y n-9 (oleico), pero no de la familia n-6 (linoleico y araquidónico) que se consideran esenciales y por tanto deben proporcionarse en la dieta. Los ácidos grasos de otras familias no son esenciales, excepto el grupo n-3 (linolénico) que puede tener alguna actividad esencial. <sup>(8)</sup>

El punto de fusión de los AGNE y de los compuestos que contienen a estos ácidos es influenciado en forma muy importante, tanto por la longitud como por el grado de insaturación de su cadena o cadenas hidrocarbonadas. A temperatura ambiente, los ácidos grasos saturados de 12 a 24 carbonos presentan una consistencia en forma de cera, mientras que los ácidos grasos insaturados de estas longitudes presentan una consistencia líquida oleosa. <sup>(5)</sup>

#### *Triacilgliceroles.*

Los triacilgliceroles, triglicéridos o grasas neutras son ésteres de glicerol y AGNE (Figura 1) <sup>(4,7)</sup>. Existen diferentes tipos de triacilgliceroles, según la naturaleza y situación de los AGNE. Aquellos en que los ésteres se forman con el mismo ácido graso se denominan triacilgliceroles simples. Si en la esterificación participan distintos ácidos grasos, se obtienen triacilgliceroles mixtos <sup>(5,7)</sup>. Las grasas y aceites naturales son mezclas de triacilgliceroles mixtos. <sup>(4)</sup> Los lípidos, y en particular los triacilglicéridos, pueden ser considerados como depósitos concentrados de energía metabólica; su contenido calórico es muy alto, corresponde a 9 kcal/g (aproximadamente 2.25 veces mayor que las proteínas y los carbohidratos). <sup>(5,7)</sup>

En las células eucariotas, los triacilgliceroles forman una serie de gotas microscópicas almacenadas en el citosol. Se les puede encontrar, en los adipocitos de los animales vertebrados y en las semillas de un gran número de plantas. Las uniones éster de los Triacilgliceroles, son susceptibles de romperse por hidrólisis química o enzimática.<sup>(5)</sup>

### *Fosfolípidos.*

Los fosfolípidos, son una clase de lípidos polares que tienen una función sumamente importante como componentes estructurales de las membranas celulares.<sup>(4)</sup> Son ésteres de glicerol, en los que dos grupos alcohol están esterificados con ácidos grasos (generalmente un ácido graso saturado en posición C-1 y un ácido graso insaturado en posición C-2) y el tercer grupo o cabeza polar en posición C-3 (suele ser un alcohol polar unido a través de una unión fosfodiéster) (Figura 2). Todos los fosfolípidos son derivados del ácido fosfatídico y por lo tanto son nombrados de acuerdo a la cabeza polar que contengan.<sup>(4,5)</sup>

En los compuestos biológicos más importantes, el grupo fosfato se esterifica con uno o varios alcoholes, siendo los más corrientes la serina, colina, glicerol, inositol y etanolamina. Los principales tipos de fosfolípidos incluyen la fosfatidilcolina (lecitina), fosfatidiletanolamina (cefalina), fosfatidilserina, fosfatidilinositol y fosfatidilglicerol, que se encuentran presentes en aceites crudos en pequeñas cantidades (0.5-3%); sin embargo, durante el proceso de refinación de los aceites crudos, estos compuestos son removidos y recuperados como un subproducto conocido como lecitina (Figura 3).<sup>(4,7)</sup>

Los fosfoglicéridos son compuestos sólidos, céreos, de color blanco que se torna pardo al estar en contacto con el aire, debido a la oxidación. La solubilidad es muy baja, pero en contacto con el agua parecen disolverse, debido a la formación de micelas. Se hidrolizan

por medio de enzimas naturales, las fosfolipasas, que escinden específicamente ciertos enlaces del interior de la molécula con liberación de ácidos grasos, el éster fosfato, el alcohol y el glicerol. La molécula de los fosfoglicéridos, incluye grupos fosfato éster hidrófilos y cadenas de ácidos grasos hidrófobas. Por consiguiente, son tensoactivos y pueden realizar funciones importantes como agentes emulsionantes en los sistemas biológicos, por ejemplo, en el duodeno. Su actividad como agentes tensoactivos, explica su participación en las membranas biológicas.<sup>(4)</sup>

### **Digestión y Absorción.**

La mayoría de los componentes orgánicos de los alimentos se encuentran en forma de grandes moléculas insolubles, que han de degradarse hasta compuestos más sencillos, para poder atravesar la membrana mucosa del tracto digestivo. El proceso de degradación recibe el nombre de digestión, en tanto que el paso de los nutrientes digeridos a través de la membrana mucosa se denomina absorción.<sup>(4, 9)</sup>

Las aves tienen un sistema digestivo monogástrico compuesto de un tubo digestivo (pico, lengua, cavidad bucal, esófago, buche, proventrículo o estómago glandular, molleja o estómago muscular, intestino delgado, ciegos, intestino grueso y cloaca) y órganos accesorios (hígado y páncreas), estos órganos realizan la prensión del alimento, ablandamiento, molienda, digestión, absorción, metabolismo y excreción de los nutrientes que serán aprovechados para el mantenimiento del organismo y principalmente para la transformación de los mismos en productos avícolas primarios como la carne y el huevo.<sup>(10,11)</sup>

Tomando en cuenta que los lípidos son insolubles en agua y que las enzimas digestivas son hidrosolubles, la digestión de estas moléculas ocurre en una interfase lípido-agua. Por lo tanto la digestión de estas moléculas, está relacionada con el área de superficie de dicha interfase en combinación con la acción emulsificante de la bilis. <sup>(5)</sup> La bilis contiene fosfolípidos y sales biliares, estas últimas sintetizadas a partir de colesterol en el hígado, almacenadas por la vesícula biliar y segregadas en la porción anterior del intestino delgado.<sup>(4)</sup>

Las sales biliares son amidas derivadas de los ácidos biliares y los aminoácidos glicina y taurina. Las amidas de los ácidos taurocólico y glicocólico, son excelentes agentes emulsificantes ya que poseen una estructura apolar y una cadena lateral cargada. Actúan reduciendo la tensión superficial de las gotas de lípidos, permitiendo disminuir su tamaño, formando una suspensión estable en soluciones acuosas. La característica hidrofóbica de los lípidos dietarios, es controlada en el tracto digestivo por la acción de estas sales biliares (taurocolato y glicolato de sodio), facilitando la acción digestiva de las enzimas lipolíticas.<sup>(5,12)</sup>

La hidrólisis de lípidos complejos a lípidos simples, por ejemplo los triacilglicéridos y su hidrólisis a 1,2 diacilglicerol y 2 acilglicerol, se efectúa por la enzimas lipasa pancreática, que al entrar en contacto con la interfase formada entre el agua y el lípido incrementa de manera importante su actividad biológica (activación interfacial).<sup>(5,8)</sup>

Los fosfolípidos son hidrolizados por la fosfolipasa A2 pancreática, para producir un lisofosfolípido, el cual tiene una potente acción detergente.<sup>(5)</sup>

Las micelas se forman espontáneamente por la interacción entre los productos hidrolizados (monoacilglicéridos, ácidos grasos de cadena mediana, ácidos grasos insaturados de cadena larga), los fosfolípidos y las sales biliares. Estas micelas, ayudan a solubilizar otros compuestos de naturaleza lipídica menos solubles como son los ácidos grasos saturados de cadena larga, diacilglicéridos, vitaminas liposolubles, colesterol, entre otros. Las micelas facilitan la absorción de las grasas, promoviendo una alta concentración de lípidos en la superficie de las células de la mucosa intestinal.<sup>(13)</sup> Posteriormente, son transportados por un proceso dependiente de energía al interior de los enterocitos.<sup>(5)</sup> El rango de absorción, varía dependiendo de la longitud de la cadena y el grado de saturación de la misma. El transporte de ácidos grasos a través del citosol, se lleva a cabo por una proteína de unión a ácidos grasos, que tiene mayor afinidad por ácidos grasos insaturados que por aquellos saturados.<sup>(13)</sup>

Dentro de los enterocitos, los triacilglicéridos y fosfolípidos son nuevamente sintetizados en el retículo endoplásmico liso y unidos a otros lípidos, entre los que se encuentra el colesterol absorbido directamente de la dieta o sintetizado por la célula, e incorporados a proteínas en presencia de lecitina y colina.<sup>(13)</sup> Las apoproteínas sintetizadas en el retículo endoplásmico son unidas a estas partículas para formar portamicrones ricos en triglicéridos, los cuales son almacenados en el aparato de Golgi. Estos portamicrones son liberados en grandes vesículas por exocitosis, hacia el espacio intersticial y posteriormente son conducidos por el torrente circulatorio, en donde la enzima lipoproteína lipasa, presente en las células del endotelio vascular, hidroliza los triacilglicéridos presentes en estas lipoproteínas, liberando ácidos grasos que son tomados por los tejidos y oxidados como fuente de energía o almacenados en el tejido adiposo.<sup>(5)</sup>

En las aves, el yeyuno es el principal sitio de absorción de los lípidos. La capacidad de absorción de este segmento intestinal, se debe a los movimientos retrógrados del quimo. Las sales biliares, son reabsorbidas también a nivel del yeyuno e íleon a través de difusión pasiva.<sup>(13)</sup>

### **Fuentes energéticas concentradas en la industria avícola.**

Los aceites o grasas se utilizan en la producción de alimento como fuente de energía y de ácidos grasos esenciales. Desde el punto de vista nutricional, los aceites son importantes puesto que disminuyen la velocidad de paso del tracto gastrointestinal, se digieren con menor disipación de calor que los carbohidratos y proteínas, mejoran la absorción de vitaminas y pigmentos, mejoran el índice de conversión, mejoran la ganancia de peso, reducen el estrés calórico, entre otros; sin embargo su elevado precio limita su utilización.<sup>(8)</sup>

La utilización de aceites tiene una serie de ventajas, que los hacen importantes para la industria de alimento como; mejorar la palatabilidad del alimento, a ciertos niveles mejoran la consistencia física del alimento disminuyendo su polvosidad, lubrican la maquinaria, etc. Como desventajas, se puede mencionar el proceso de enranciamiento que sufren debido a la presencia de oxígeno, el cual al reaccionar con los dobles enlaces de los ácidos grasos forma peróxidos y compuestos de oxidación que afectan la composición química y valor nutricional del aceite y por tanto la calidad final del alimento.<sup>(8)</sup>

### **Aceite crudo de Soya.**

El aceite crudo de soya, procede del frijol de soya, del cual se extrae con técnicas modernas de procesamiento y de control de calidad con excelentes características nutricionales. El contenido energético, oscila entre 8790 a 8950 kcal/kg de EM<sup>(9)</sup>. Es el aceite de origen

vegetal con mayor disponibilidad en el mercado, siendo en general el que presenta mayor calidad, un alto contenido de mono-, di- y triacilglicéridos, ácidos grasos monoinsaturados (16%) y poliinsaturados (58%), así como ácidos grasos no esterificados, fosfolípidos, pigmentos, esteroides, vitaminas, entre otros.<sup>(8)</sup> (Cuadro 2)

El aceite crudo contiene niveles altos de ácidos grasos insaturados, estos son mejor digeridos por el ave en relación con las grasas de origen animal, como la manteca de cerdo y el sebo que contienen más ácidos grasos saturados.<sup>(8)</sup>

### **Aceites Acidificados o Acidulados.**

Por lo general, las grasas recicladas son bajas en costo en comparación con los aceites vegetales como el aceite crudo de soya. Esto permite tasas de inclusión más altas y por lo tanto dietas más altas en energía. Dichas dietas proporcionan un crecimiento más rápido y un mejor índice de conversión brindando una ventaja competitiva a la industria avícola.<sup>(15)</sup>

Los aceites acidulados o acidificados son un subproducto del proceso de refinación de los aceites crudos vegetales.<sup>(16)</sup> La calidad y composición de estos aceites dependen del tipo de aceite crudo del que procedan, así como de las condiciones del proceso de refinado; los procesos convencionales para su obtención se basan en procesos físicos y químicos.<sup>(8)</sup> Son agregados al alimento para incrementar el contenido energético, reducir el polvo y mejorar el proceso de peletizado del alimento; son ricos en ácidos grasos (90%), fosfolípidos y pigmentos, principalmente carotenoides y xantofilas (Cuadro 3). Tienen un valor energético de 7800 a 8100 kcal/kg<sup>(9, 17)</sup>

La consistencia de los acidulados a temperatura ambiente varía de líquido a espeso, su color varía de café a negro traslúcido, pues el proceso de refinado concentra los pigmentos del aceite del que proceden <sup>(8)</sup>.

### **Grasas Mezcladas**

La mejor forma de emplear algunas grasas, especialmente las más saturadas como el sebo y la grasa de restaurantes, es mezclándolas con grasas insaturadas como las que se encuentran en los aceites acidulados. La mezcla tiene como ventaja permitir un sinergismo entre las grasas saturadas de origen animal y las grasas insaturadas de origen vegetal, pues la presencia de ácidos grasos insaturados incrementa la formación de micelas, mejorando la digestibilidad de los ácidos grasos saturados e incrementando el contenido de energía metabolizable. <sup>(17,18)</sup>

Poseen un valor energético de 8100 kcal/kg de EM, un pH de entre 4 y 6, con un porcentaje de humedad del 2% y un aporte de ácidos grasos totales superior al 90% (Cuadro 4). <sup>(19)</sup>

## **EMULSIFICANTES USADOS EN LA NUTRICION AVÍCOLA**

### **Emulsificantes.**

Una emulsión consiste en dos líquidos inmiscibles, típicamente agua y aceite, donde uno forma pequeñas gotas dentro del otro. El líquido que forma las gotas es conocido como la fase interna o dispersa y el líquido que rodea las gotas es llamado la fase continua o externa. <sup>(7)</sup> Como se mencionó anteriormente, la emulsificación de las grasas es un paso necesario para su correcta digestión y posterior absorción dentro del organismo animal. Desafortunadamente los altos precios que han alcanzado algunos ingredientes, como el aceite crudo de soya, han comenzado a limitar su uso en la industria avícola, así como

también se ha incrementado la búsqueda de fuentes alternativas de energía como los ácidos grasos acidulados y las mezclas de estos ácidos con grasas animales.

En la actualidad es posible encontrar comercialmente otras opciones para optimizar el aprovechamiento de los aceites y grasas, como productos con propiedades emulsificantes que ayudan a mejorar la digestibilidad, rendimiento y uso de las grasas y los aceites. A continuación se mencionan sólo algunos de ellos y sus principales propiedades.

### **Lecitina.**

Es producida durante el proceso de desgomado del aceite crudo de soya. El desgomado es el primer paso en la refinación del aceite y consiste en la remoción de los fosfolípidos. Este proceso es necesario pues previene la formación, separación y sedimentación de emulsiones de aceite/agua estabilizadas por los fosfolípidos durante el transporte y almacenamiento del aceite crudo.<sup>(20)</sup>

A nivel comercial la lecitina de soya es una mezcla de fosfolípidos, principalmente fosfatidilcolina, fosfatidiletanolamina, fosfatidilinositol, y ácidos fosfatídicos. Estos fosfolípidos, se disponen en capas mono-moleculares con la porción del ácido graso hacia la superficie del aceite y el ácido fosfórico o la porción amino frente a la superficie del agua. El arreglo disminuye la tensión interfacial disminuyendo la viscosidad, mejorando y haciendo más estables las emulsiones.<sup>(20)</sup>

La lecitina forma soluciones micelares cuando se mezcla con agua, las cuales adquieren gran estabilidad en presencia de algunas sustancias con propiedades detergentes. La lecitina ayuda a incrementar la dispersión de la grasa en medios acuosos del aparato digestivo, y sus beneficios son muy marcados especialmente en las dietas para animales jóvenes.<sup>(21)</sup>

La lisofosfatidilcolina o lisolecitina ,se obtiene a partir de la hidrólisis de la lecitina de soya por medio de la fosfolipasa A2. Este producto, se ha utilizado como emulsificante debido a su acción detergente y a la estabilidad de la emulsión en varias condiciones, por ejemplo, altas temperaturas, medios con pH muy ácidos y en altas concentraciones de sal.<sup>(22)</sup>

Se ha reportado también, que la suplementación exógena de sales biliares en las dietas de pollos de engorda, también mejora la digestibilidad de los lípidos durante las primeras semanas de edad.<sup>(13)</sup>

### **La Globina**

Por su valor nutritivo, la sangre recolectada en los rastros tiene muchas posibilidades de utilización, ya sea de forma entera o fraccionada, en la industria alimenticia o en otras más. Desafortunadamente en México, la mayoría de los rastros son pequeños y no cuentan con los sistemas adecuados de recuperación de sangre, así que generalmente es desechada al drenaje ocasionando severos problemas de contaminación, o bien se utiliza en formas simples como lo es la elaboración de harina de sangre.

La sangre está dividida en dos fracciones, por un lado el paquete o sedimento celular y por otro el plasma. El paquete celular representa el 35 a 40% del total de la sangre, su composición química varía ligeramente pero en general se puede establecer la siguiente: Agua (70-78%), proteínas (25-29%), lípidos (0.2%), hidratos de carbono, sales minerales y otras sustancias.<sup>(23)</sup>

La fracción proteica del paquete celular, está formada en un 85.5% de hemoglobina. La hemoglobina se encuentra localizada en los eritrocitos en los cuales el 94 a 96% es globina y el 4 a 6% restante corresponde al grupo HEME. Del total del grupo HEME 9% es hierro.

La hemoglobina está formada por dos cadenas  $\alpha$  y dos cadenas  $\beta$ , estas se encuentran fuertemente unidas por puentes de hidrógeno e interacciones iónicas. El grupo HEME está oculto en una cavidad hidrófoba de la globina y está rodeado de numerosos residuos apolares como treonina, valina, tirosina y triptófano, por lo que la unión HEME-globina es de tipo hidrófobo.<sup>(23)</sup>

### *Producción.*

La sangre obtenida a partir de los animales sacrificados en los rastros, es almacenada con anticoagulante en refrigeración dentro de recipientes herméticos. Cuando es autorizada su utilización para alimentación, inicia su tratamiento para la recuperación de proteínas. La sangre pasa a una centrifuga, en la que se separa el plasma del paquete celular y ambas fracciones son congeladas para su conservación. Posteriormente, el plasma es secado por medio de atomización, método que minimiza la desnaturalización de las proteínas. Cuando el proceso ha terminado, se extraen las partículas desecadas del fondo de la cámara y se enfrían rápidamente para prevenir su alteración. Durante el fraccionamiento de la sangre además del plasma, se obtiene el paquete de células rojas en polvo, mismo que no puede utilizarse en la industria alimenticia pues imparte un desagradable color y aroma, debido a la presencia del pigmento hemoglobina.<sup>(23)</sup>

Debido a la estructura del grupo HEME, la hemoglobina posee un fuerte poder colorante. Esta característica sería aprovechable si fuera estable, pero debido a la oxidación evoluciona de un color rojo intenso a diversas tonalidades de color café. Por lo que se han desarrollado diversos métodos, cuyo objetivo es la separación del grupo HEME y la obtención de la fracción proteica para que esta pueda ser aprovechada en la industria alimenticia.<sup>(23)</sup> Dicho proceso de separación se denomina decoloración.<sup>(24)</sup> Algunos de los

métodos utilizados son la obtención de globina, mediante extracción con solventes como acetona<sup>(25)</sup>, por medio de precipitación con carboximetilcelulosa<sup>(26)</sup> o alginato de sodio<sup>(27)</sup>, así como decoloración del grupo HEMO con peróxido de hidrógeno<sup>(23)</sup> o por medio de acción enzimática (hidrólisis con papaína).<sup>(24)</sup>

### *Propiedades.*

Después de la separación del grupo HEME, se obtienen aislados de globina de apariencia y olor agradable, de color ligeramente beige, cuya composición química es la siguiente: proteína (76-95%), cenizas (1-6%), lípidos(0.07%), hierro (0.009%) y agua y volátiles como cloruro de hierro y compuestos de porfirina (23.08%).<sup>(24,25)</sup> En cuanto a la composición de los aminoácidos es una buena fuente de lisina, leucina y valina; los aminoácidos limitantes son metionina, cistina e isoleucina.<sup>(28)</sup>

Tiene un pH de 3, presenta una mínima solubilidad a un pH de 4 y una máxima solubilidad a un pH de 12, en un rango de pH de entre 6 y 8 presenta una solubilidad de 70% y 80% respectivamente.<sup>(24)</sup> La mayor actividad emulsificante se encuentre entre un pH de 5 y 6.<sup>(29)</sup>

Posee una buena capacidad de emulsificación, 0.5g aceite por 100ml solución<sup>(28)</sup>, vinculada con una buena capacidad de absorción de aceite, 1.91 a 2.0 gramos de aceite por gramo de globina.<sup>(23,24)</sup> Estas propiedades se ven influenciadas por la concentración de globina, el método de obtención, por el pH del medio y el tipo de grasa o aceite utilizado.<sup>(29)</sup> Además la modificación de la estructura de la globina por la acción hidrolítica de enzimas ha sido usada para mejorar sus propiedades emulsificantes.<sup>(30)</sup>

Asimismo muestra una capacidad de para absorber agua que va de 2.03 a 3.2 mililitros de agua por gramo de globina<sup>(23,24)</sup>, así como buenas propiedades para formar geles y espuma.

Dichas propiedades son también afectadas por el pH y por la presencia de sales como el cloruro de sodio.<sup>(31)</sup>

Aunque se ha reportado el uso de globina en la industria alimenticia, como agente emulsificante y formador de geles, existe poca información de su uso en la alimentación animal, por lo que es importante generar información sobre el uso de globina en dietas para aves.

Con estos antecedentes, el presente estudio tuvo la finalidad de evaluar el empleo de la globina como emulsificante en dietas prácticas sorgo-soya para gallinas de postura, con y sin reducción del contenido de energía metabolizable y su efecto en el rendimiento productivo y calidad del huevo.

Además en la actualidad, se ha investigado mucho acerca del nivel óptimo de energía metabolizable en la dieta y el consumo óptimo de energía metabolizable por ave/día, esto con el fin de reducir los costos de producción del alimento mediante una disminución en la inclusión de aceites en las dietas, encontrando en la literatura datos muy diversos del nivel preciso de EM, por tanto, en el presente estudio se evaluó también si era posible una reducción de 100 kcal/EM sin afectar los parámetros productivos de las gallinas de postura.

## **HIPÓTESIS.**

La utilización de globina como emulsificante de grasas en dietas sorgo-soya reducidas en Energía Metabolizable (EM), mejora el comportamiento productivo y calidad del huevo en gallinas de postura Bovans White.

La reducción de 100 kcal de EM/kg de alimento en dietas para gallinas Bovans White sorgo-soya con 2850 kcal de EM/kg, no afecta el comportamiento productivo ni la calidad del huevo.

## **OBJETIVO GENERAL.**

Evaluar el efecto en el comportamiento productivo y calidad del huevo ,en gallinas Bovans White con la adición de un emulsificante de grasas (globina a razón de 1 kilogramo por tonelada de alimento) en dietas sorgo-soya con diferente contenido en EM .

## **OBJETIVOS PARTICULARES.**

- Evaluar los parámetros productivos en gallinas de postura Bovans White, alimentadas con dietas sorgo-soya adicionadas con un emulsificante de grasas.
- Medir la calidad interna del huevo en gallinas de postura Bovans White alimentadas con dietas sorgo–soya adicionadas con un emulsificante de grasas.
- Medir la calidad externa del huevo en gallinas de postura Bovans White alimentadas con una dieta sorgo–soya, adicionadas con un emulsificante de grasas.
- Valorar la reducción EM de la dieta con y sin la adición del emulsificante (globina).

## **MATERIAL Y MÉTODOS.**

La etapa de experimentación se desarrolló en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (C.E.I.E.P.Av) 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 núm. 89 en la Colonia Santiago Zapotitlán de la Delegación Tláhuac, Distrito Federal, a una altura de 2250 m.s.n.m. en el paralelo 19°17' latitud norte y el meridiano 99° 02' 30'' longitud oeste. El clima es de tipo templado subhúmedo (Cw), el mes más frío es enero y mayo el más caluroso; su temperatura promedio anual es de 16°C y la precipitación pluvial anual media de 747 mm.

Se probaron 4 dietas distintas en 288 gallinas de la estirpe Bovans White por un periodo de 8 semanas, comenzando a las 23 semanas de edad y terminando a las 31 semanas de edad. El ensayo, fue llevado a cabo en una caseta experimental de ambiente natural que cuenta con 2 pirámides de 2 niveles, con 20 jaulas en batería por nivel. Se asignó un espacio vital de 613 cm<sup>2</sup> por ave.

Los tratamientos consistieron en 2 dietas basales con y sin la adición de globina:

Tratamiento 1 = dieta testigo con 2850 kcal EM/kg

Tratamiento 2 = dieta testigo con 2850 kcal EM/kg + globina

Tratamiento 3 = dieta baja en energía con 2750 kcal EM/kg

Tratamiento 4 = dieta baja en energía con 2750 kcal EM/kg + globina.

Las dietas, fueron formuladas a base de sorgo-soya conforme a las recomendaciones dadas en el manual de la estirpe (Cuadro 5).<sup>(32)</sup> La Globina (Actipro® 95 PGS de la empresa

Peisa) fue incluida a razón de 0.1% (1 kilogramo por tonelada de alimento), en los tratamientos 2 y 4 para incrementar la digestibilidad del aceite.

Se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x2; donde un factor fueron las dietas testigo y baja en energía metabolizable y el otro con y sin la adición de globina. Cada tratamiento fue asignado con 6 réplicas de 12 gallinas cada una, se emplearon jaulas convencionales con 3 gallinas cada una. Los comederos eran de canal con un separador de madera para evitar el consumo entre una réplica y otra. Los bebederos eran automáticos de copa y se compartía un bebedero por cada par de jaulas. El alimento y el agua se ofrecieron a libre acceso durante todo el experimento. Se proporcionó un fotoperiodo de 16 horas luz por día. Las gallinas fueron pesadas individualmente al inicio y al final de la prueba.

Diariamente se recolectaba, contaba y pesaba el huevo a la misma hora (12:00 hrs). Se llevaron registros diarios del porcentaje de postura, peso promedio de huevo, porcentaje de huevo limpio, sucio, roto y en fáfara. Semanalmente se calculaban por réplica y por tratamiento los parámetros productivos de peso promedio de huevo, porcentaje de postura, masa de huevo, consumo de alimento, índice de conversión y porcentaje de huevo sucio, roto o en fáfara. La masa de huevo, fue calculada multiplicando el peso promedio de huevo por el porcentaje de postura.

Se llevó el registro de la mortalidad diariamente, a lo largo de todo el experimento. Los parámetros productivos; como consumo de alimento, conversión y porcentaje de postura fueron corregidos conforme a la mortalidad de las gallinas.

Las mediciones de la calidad de huevo, incluidas peso de huevo y determinación de la altura de la albúmina se realizaron con una balanza digital y un medidor de la altura de la albúmina.<sup>(33)</sup> La pigmentación de la yema, fue realizada con un colorímetro digital.<sup>(34)</sup> Los datos de peso de huevo, altura de la albúmina y color de la yema fueron calculados automáticamente y transferidos a una computadora donde las Unidades Haugh son calculadas automáticamente por el programa Eggware<sup>(33)</sup>. Para la medición del grosor del cascarón, se utilizó un micrómetro digital.<sup>(35)</sup>

La elaboración de la base de datos se realizó con el programa Excel<sup>®</sup> 2007 de Microsoft<sup>®</sup>.

Los datos obtenidos de las variables en estudio, se sometieron a un análisis de varianza conforme al diseño experimental empleado utilizando el paquete estadístico SPSS (ver. 17.0).<sup>(36)</sup>

## **RESULTADOS.**

Los resultados obtenidos en 56 días de experimentación para porcentaje de postura, peso de huevo, masa de huevo, consumo de alimento, índice de conversión y consumo de energía metabolizable, se pueden apreciar en el Cuadro 6. Los resultados del análisis estadístico de las variables antes mencionadas, indicaron que no existió diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre tratamientos. Sin embargo, en las variables porcentaje de postura, índice de conversión y masa de huevo, se puede notar que a pesar de que no existió diferencia estadística, la adición de globina en la dieta mejoró numéricamente los resultados en dichas variables.

En el caso del porcentaje de postura, la adición de globina mejoró en 2.19% la postura en dietas testigo y 1.85% en dietas bajas en energía con respecto a las dietas, a las que no se adicionó globina. Cabe señalar que la disminución de energía metabolizable, disminuyó el porcentaje de postura en 2.06% respecto a las dietas normales (Figura 4).

Para la variable índice de conversión, la inclusión de globina en dietas normales mejoró esta variable en 2.3% respecto a la dieta que no se le adicionó el emulsificante y el uso de este en dietas bajas en energía se optimizó en 1% (Figura 5). En cuanto a la disminución de energía en la dieta, esta afectó la conversión en 3.1% en relación a las gallinas alimentadas con dietas normales.

En las dietas normales, la suplementación de globina mejoró en 2% la masa de huevo con respecto a aquellas donde no se agregó. Mientras que en la dieta baja en energía, la mejoría para esta misma variable fue de 1.1% con respecto a aquella donde no se incluyó.

Se calculó el consumo de Energía Metabolizable en base al promedio de consumo de alimento y a la cantidad de energía aportada en la dieta, encontrando una diferencia de 3.45% entre las dietas testigo y las bajas en energía (Figura 6). Sin embargo, los tratamientos que fueron adicionados con globina tuvieron un consumo semejante de EM.

Los resultados para las variables de calidad de huevo (porcentajes de huevo roto, huevo en fáfara, huevo sucio, unidades Haugh y color de la yema del huevo) y grosor de cascarón, se pueden observar en el Cuadro 7. Los promedios obtenidos para dichas variables, no indicaron ser diferentes entre tratamientos ( $P>0.05$ ), se puede apreciar que no existió efecto a la inclusión del emulsificante globina, ni a la disminución de energía en la dieta.

Durante el presente estudio, se tuvo una mortalidad general muy baja de sólo 2 aves muertas (0.69%), registrándose únicamente mortalidad en los tratamientos 2 y 3, ambos con 1 sólo deceso (1.38%).

## DISCUSIÓN.

Los datos obtenidos del comportamiento productivo, no mostraron beneficio a la suplementación de globina; sin embargo, los resultados para la variable índice de conversión en este experimento fueron semejantes a los obtenidos por Arnouts y Lippens, 2006<sup>(37)</sup>, quienes encontraron, en dietas trigo-maíz-soya con aceite de soya y de palma como fuente de energía, que la adición de globina al 0.05% mejoró dicha variable en 2.9%, mientras que en el presente estudio el valor fue de 2.3%. Cabe destacar, que estos autores ensayaron con pollos de engorda.

En lo que respecta a los resultados de los parámetros productivos de las gallinas (peso de huevo, masa de huevo, consumo de alimento, porcentaje de postura, consumo de EM) y de calidad de huevo (porcentaje de huevo sucio, huevo roto, huevo en fáfara, unidades Haugh, color de la yema y grosor de cascarón), no existió diferencia estadística ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos testigo con y sin la adición de globina y bajo en energía metabolizable con y sin la inclusión de globina. Estos resultados, no pueden ser comparados ya que no existe literatura referente al uso de globina en dietas para gallinas de postura. Sin embargo, se podría esperar que la inclusión de globina incrementara los parámetros productivos, ya que un estudio realizado en pollos de engorda demostró que el uso de globina a razón de 500g/tonelada mejoró el índice de conversión, pero no la ganancia de peso. Este efecto pudo ser debido, a que en el presente estudio se empleó aceite acidulado con grasa animal, la literatura indica que la actividad de la globina se ve modificada en ambientes con pH bajo (menor a 4) presentando una mejor actividad en pH cercanos a la neutralidad tal como lo indica Gómez, 1999.<sup>(24)</sup> Probablemente también se deba, a que la inclusión de globina se realizó directamente en el alimento y quizás su efecto

habría sido mejor si se incluyera directamente en el aceite, datos que no se informan en el estudio realizado en pollos de engorda con globina.<sup>(37)</sup>

Wu *et al.*, 2005<sup>(38)</sup>, experimentaron con 4 niveles de energía (2719, 2798, 2877 y 2956 kcal/kg EM) en gallinas de postura Bovans White en dietas Maíz-Soya con grasa de pollo como fuente de energía, encontrando diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) en el consumo de alimento, peso promedio de huevo, índice de conversión y unidades Haugh; con mejores resultados para las dietas con 2877 y 2956 kilocalorías. Sohail *et al.* 2003<sup>(39)</sup> obtuvieron resultados parecidos con gallinas Hy-Line W36 con distintos niveles de energía y proteína, donde encontraron diferencias ( $P < 0.05$ ) en peso promedio de huevo, peso corporal, consumo de alimento e índice de conversión. Grobas *et al.* 1999<sup>(40)</sup> al experimentar con 2 niveles de energía (2680 y 2810 kcal/kg EM) en gallinas de postura Isa Brown, obtuvieron únicamente diferencias significativas ( $P < 0.001$ ) en consumo de alimento e índice de conversión.

Sin embargo, contrario a lo esperado, las aves en este estudio alimentadas con dietas bajas en energía (2750 kcal/kg EM) no fueron estadísticamente diferentes ( $P > 0.05$ ) a las alimentadas con la dieta testigo (2850 kcal/kg EM) para las variables analizadas por los autores antes citados (consumo de alimento, índice de conversión, consumo de alimento, peso de huevo y unidades Haugh). Para las variables porcentaje de postura, masa de huevo y color de la yema se obtuvieron resultados semejantes a aquellos conseguidos por diferentes investigadores<sup>(38,39,40)</sup>, no encontrando diferencias estadísticas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ).

Estos resultados concuerdan también con los obtenidos con Jalal *et al.* 2007<sup>(41)</sup>, quienes trabajaron con 4 estirpes diferentes de gallinas de postura y 2 niveles de energía (2810 y 2900 kcal/kg EM), en las que no hallaron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) en los parámetros productivos consumo de alimento, peso de huevo, masa de huevo y porcentaje de postura.

En un experimento, con 4 estirpes de gallina de postura y 3 niveles de energía (2519, 2798 y 3078 kcal/kg EM) Harms *et al.*, 2000<sup>(42)</sup> obtuvieron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) al disminuir en 10% la EM de la dieta en relación a las recomendaciones del manual. Estos autores, concluyeron que las gallinas alimentadas con la dieta baja en energía (2519 kcal/kg) incrementaron 8.5% su consumo de alimento con respecto de las gallinas alimentadas con la dieta testigo de 2798 kcal/kg, mientras que en la dieta con 10% más de EM (3078 kcal/kg) no existieron diferencias (sólo disminuyó 1.5% su consumo en comparación con la dieta testigo), resultados semejantes a los obtenidos en el presente estudio. Los autores anteriores, observaron que en la dieta alta en energía, el peso del huevo fue notablemente mayor que las otras dietas más bajas en energía ( $P < 0.05$ ).

Leeson *et al.*, 2005<sup>(18)</sup> mencionan que un consumo de energía metabolizable promedio de 265 kcal EM por ave por día, en gallinas tipo Leghorn entre 24 y 30 semanas de edad, es suficiente para satisfacer los requerimientos de mantenimiento, crecimiento y producción de huevo del ave. Cuca *et al.* 2009<sup>(9)</sup> indican que gallinas Leghorn alimentadas con 278 a 330 Kcal EM no presentan diferencias en cuanto a porcentaje de postura y peso de huevo. Además el manual de la estirpe<sup>(32)</sup> sugiere consumos de energía mínimos de 272 Kcal EM y máximos de 287 kcal de energía metabolizable. Estas cifras son inferiores a las obtenidas en este estudio que para las dietas testigo y bajas en energía fueron de 294 y 284 kcal

EM/ave/día respectivamente. Esto pudo ser la causa de que, no existieran diferencias estadísticas entre los tratamientos, tal como lo sugieren Jalal *et al.* 2007<sup>(41)</sup> probablemente la reducción de energía metabolizable en la dieta, no fue lo suficientemente baja para producir un efecto en los parámetros productivos.

Al compararse los parámetros productivos acumulados obtenidos en el presente estudio, con los recomendados por el manual de la estirpe Bovans White 2012,<sup>(32)</sup> el porcentaje de postura se encuentra 0.90% por debajo de lo establecido por el manual (94.7% vs 93.8%). El consumo de alimento fue 0.9g inferior al marcado por el manual (104.1 g vs 103.2g), en promedio 1% menor.

Ninguno de los tratamientos logró alcanzar lo señalado por el manual en lo que concierne a peso de huevo (56.0 vs 58.1g) y masa de huevo (52.7 vs 55.1 g) estando en promedio 3.7% y 4.7% por debajo del manual respectivamente; en cuanto al índice de conversión el manual sugiere un índice de 1.89 contra un índice de 1.97 obtenido en el presente estudio, cifra 4% mayor a la recomendada.

El manual de la estirpe recomienda que las gallinas de 18 a 36 semanas de edad deben tener un aporte en la dieta de 2871 kcal EM/kg, en el presente estudio se trabajó con dietas reducidas en EM (2750 kcal EM/kg) obteniendo parámetros productivos similares a los de las dietas normales basadas en un aporte de energía muy próximo a lo recomendado (2850 kcal EM/kg).

## **CONCLUSIONES.**

Con base a los resultados obtenidos en el presente estudio se puede concluir:

- La disminución de energía de 2850 a 2750 kcal/kg de EM en dietas Sorgo-Soya para gallinas de postura Bovans White de 23 a 31 semanas de edad, no afectó el comportamiento productivo (porcentaje de postura, peso de huevo, masa de huevo, consumo de alimento e índice de conversión).
- La reducción de energía de 2850 a 2750 kcal/kg de EM en dietas Sorgo-Soya para gallinas de postura Bovans White de 23 a 31 semanas de edad, no alteró la calidad interna del huevo (porcentaje de huevo sucio, roto y en fáfara, unidades Haugh y color de la yema del huevo).
- El empleo de globina a razón de 0.1% en dietas Sorgo-Soya para gallinas de postura Bovans White de 23 a 31 semanas de edad, no afectó el comportamiento productivo y la calidad del huevo.
- Se sugiere realizar más estudios con niveles mayores de inclusión del emulsificante globina en dietas para gallinas con niveles de EM a los utilizados en este estudio.

## REFERENCIAS.

- 1) Unión Nacional de Avicultores [base de datos en internet]. *Simposio Expectativas de la Avicultura y el Sorgo en México* [Citado Marzo 15 de 2012]. Disponible desde: <http://www.una.org.mx/images/stories/sorgo/sergiochavez.pdf>
- 2) Unión Nacional de Avicultores *Compendio de indicadores económicos del sector avícola 2011*. México DF: UNA, 2011.
- 3) Unión Nacional de Avicultores [base de datos en internet]. *Indicadores Económicos*. [Citado septiembre 4 de 2011]. Disponible desde URL: [http://www.una.org.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=191&Item149](http://www.una.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=191&Item149)
- 4) McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh FD *Nutrición Animal*. 5ª Edición. Zaragoza, España: Editorial Acriba, 1995.
- 5) Laguna J, Piña GE. *Bioquímica de Laguna*. 6ª Edición. Distrito Federal , México: El Manual Moderno, 2007.
- 6) Ávila GE. *Alimentación de las aves*. 2ª Edición. México: Trillas, 1990 (reimp. 2010).
- 7) Shahidi F, editor *Nutraceutical and Specialty Lipids and their Co-Products*. 1<sup>st</sup> Edition. Boca Raton, Florida, USA: Taylor & Francis Group, 2006.
- 8) Pérez MJ. *Estimación de la energía metabolizable de dos aceites acidulados de soya y su efecto en la producción de pollas y gallinas Bovans White (tesis de maestría)*. Montecillo, Texcoco, Edo. Méx.: Colegio de Postgraduados. 2011.
- 9) Cuca GM, Ávila GE, Pro MA. *Alimentación de las Aves*. 2ª Edición. México: Universidad Autónoma de Chapingo, 2009.

- 10) Parkhust CR, Mountney GJ. *Poultry meat and egg production*. USA: Van Nostrand Reinhold, 1988.
- 11) Hernández VX, Quintana LJA, López CC, editores. *Zootecnia Avícola*. 1ª Edición. Distrito Federal, México: FMVZ-UNAM, 2009.
- 12) Cunningham JG. *Fisiología Veterinaria*. 3ª Edición. Madrid, España: Elsevier. 2003.
- 13) Krogh A. *Digestion and Absorption of lipids in poultry*. J Nutr 1985; 115(5):675-685.
- 14) National Research Council. *Nutrient Requirements of Poultry*. 9<sup>th</sup> Edition. Washington, D.C., USA: National Academy Press, 1994.
- 15) Meeker DL, editor. *Lo imprescindible del reciclaje. Todo sobre la industria de los subproductos de origen Animal*. Virginia, EUA: National Renderers Assosiation. Arlington, 2006.
- 16) Pardío VT, Landín LA, Waliszewski KN, Pérez-Gil F, Díaz L, Hernandez B. *The effect of the Soybean Soapstock on the quality parameters and Fatty Acid Composition of the Hen Egg Yolk*. Poult Sci 2005; 84:148-157.
- 17) Zumbado ME, Scheele CW, Kwakernaak C. Chemical Composition, Digestibility, and Metabolizable Energy Content of Different Fat and Oil By-Products. J Appl Poultry Res 1999; 8:263-271.
- 18) Leeson S, Summers JD. *Commercial Poultry Nutrition*. 3<sup>rd</sup> Edition. Ontario. Canada: University Books. Guelph. 2005.
- 19) Aditivos y premezclas especiales S.A. de C.V. [Base de datos en Internet] *Ficha Técnica: Fuente Energética Estabilizada (AGT-MIX 3)*. [Citado Agosto 19 de 2012] Disponible en: [www.apesamexico.com](http://www.apesamexico.com).

- 20) Erickson DR, editor. *Handbook of Soybean Oil Processing and Utilization*. St. Louis, Missouri, USA: American Soybean Association, 1980, p.71-88.
- 21) Nava TV. *Efecto de la suplementación de una lecitina en dietas prácticas para pollos de engorda con aceite vegetal y grasa mezclada (Tesis de Licenciatura)*. Distrito Federal, México: FES Cuautitlán, 2003.
- 22) Melegy T, Khaled NF, El-Bana R, Abdellatif H. *Dietary fortification of a natural biosurfactant lysolecithin in broiler*. African J of Agric Res 2010;5(21):2886-2892.
- 23) Rocha SB. *Alternativas de utilización del plasma y la globina de la sangre de bovino(tesis de licenciatura)*. Distrito Federal, México: UNAM. Facultad de Química, 2006.
- 24) Gómez JC, Castellanos R, Ponce NT, Calderón SV, Figueroa JD. *Functional properties of globin protein obtained from bovine blood by decolorization of the red cell fraction*. J of the Sci of Food and Agric 1999;79(6):793-796.
- 25) Tybor PT, Dill CW, Landmann WA. *Functional properties of protein isolated from bovine blood by a continuous pilot process*. J Food Sci 1975;40:155-159.
- 26) Sato Y, Hayakawa S, Hayakawa M. *Preparation of blood globin through carboxymethylcellulose chromatography*. J Food Technol 1881;16:81-89.
- 27) Lee YZ, Wang RM., Nakai S. *Preparation of colorless globin from bovine hemoglobin using sodium alginate*. J Food Sci 1990;55(2):557-578.
- 28) Shahidi F, Naczk M, Rubin LJ, Diosady L. *Functional properties of blood globin*. J. Food Sci 1984; 49:370-372.
- 29) Ornellas CBD, Silva JG. *Efeito do pH e da hidrolise triptica sobre as propriedades emulsionantes da globina bovina*. Ciencia y Tec Alim Campina 2001; 21:151-56.

- 30) Bizzotto CS, Capabianco M, Pinto CSM. *Evaluation of Functional Properties of a blood protein*. Pakistan J of Nutr 2005; 4(1):11-16.
- 31) Autio K, Kiesvaara M, Malkki Y, Kanko S. *Chemical and functional properties of blood globin prepared by a new method*. J Food Sci 1984; 49:859-862.
- 32) Isa Poultry. [Base de datos de Internet] *Guía de Manejo de la nutrición de ponedoras comerciales*. [Citado Agosto 17 de 2012] Disponible en: <http://www.isapoultry.com/es-ES/Products/Bovans/~//media/Files/ISA/Different%20languages/Spanish/Products/CS/Bovans/Guia%20de%20manejo%20de%20la%20nutricion%20Bovans%20white.ashx>.
- 33) Sistema TSS QCD inTech®. Sistema para medir altura de la albúmina, peso del huevo y calcular automáticamente las Unidades Haugh.
- 34) Sistema TSS QCC inTech® Colorímetro de yema.
- 35) Digimatic Micrometer Mitutoyo® Modelo APBID.
- 36) SPSS Inc. SPSS for Windows Version 17.0, 2009.
- 37) Arnouts S, Lippens M. *The effect of globin, a water-soluble emulsifier, on broiler performance*. Epub 2006. Disponible en: <http://www.cabi.org/animalscience/Uploads/File/AnimalScience/additionalFiles/WPSAVerona/10558.pdf>
- 38) Wu G, Bryant M, Voitle RA, Roland DA. *Effect of Dietary Energy on Performance and Egg Composition of Bovans White and Dekalb White Hens During Phase I*. Poult Sci 2005;84:1610–1615.
- 39) Sohail SS, Bryant MM, Roland DA. *Influence of dietary fat on economic returns of commercial Leghorns*. J Appl Poult Res 2003;12:356–361.

- 40) Grobas S, Mendez J, De Blas C, Mateos GG. *Laying Hen Productivity as Affected by Energy, Supplemental Fat, and Linoleic Acid Concentration of the Diet*. *Poult Sci* 1999;78:1542–1551.
- 41) Jalal MA, Scheideler SE, Pierson EM. *Strain Response of laying hens to varying dietary energy levels with and without avizyme supplementation*. *J Appl Poult Res* 2007;16:289-295.
- 42) Harms RH, Russell GB, Sloan DR. *Performance of four strains of commercial layers with major changes in dietary energy*. *J Appl Poult Res* 2000;9:535–541.

**CUADROS.***Cuadro 1. Nomenclatura de los Ácidos Grasos No Esterificados más comunes.*

<b>Abreviatura.</b>	<b>Nombre sistemático.</b>	<b>Nombre común.</b>
<b>Saturados.</b>		
2:0	.....	Ácido acético
4:0	Butanoico	Ácido butírico
6:0	Hexanoico	Ácido caproico
8:0	Octanoico	Ácido caprílico
10:0	Decanoico	Ácido cáprico
12:0	Dodecanoico	Ácido láurico
14:0	Tetradecanoico	Ácido mirístico
16:0	Hexadecanoico	Ácido palmítico
18:0	Octadecanoico	Ácido esteárico
20:0	Eicosanoico	Ácido araquídico
<b>Insaturados.</b>		
16:1	9-Hexadecenoico	Ácido palmitoleico
18:1	9-Octadecenoico	Ácido oleico
18:2	9,12-Octadecadienoico	Ácido linoleico
18:3	9,12,15-Octadecatrienoico	Ácido linolénico
20:4	5,8,11,14-Eicosatetraenoico	Ácido araquidónico
22:1	13-Docosenoico	Ácido erúrico
20:5	5,8,11,14,17-Eicosapentaenoico	EPA
22:6	4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoico	DHA

Fuente: Pérez 2011.<sup>(8)</sup>

*Cuadro 2. Composición de AGNE del aceite crudo de soya (%) dada por seis diferentes autores.*

<b>AGNE</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<i>Palmítico</i>	12.2	11.8	11.67	10.58	13.81	13.0
<i>Esteárico</i>	3.2	3.6	4.75	4.76	6.00	1.0
<i>Palmitoleico</i>	0.1	0.2	---	---	0.11	0.5
<i>Oleico</i>	26.0	24.6	21.76	22.52	24.85	31.0
<i>Linoleico</i>	51.6	52.7	54.37	52.34	12.16	50.0
<i>Linolénico</i>	6.3	6.6	7.45	9.19	2.99	2.0

Fuente: Pérez, 2011.<sup>(8)</sup>

*Cuadro 3. Composición de AGNE del aceite acidulado de soya (%) dada por seis diferentes autores.*

<b>AGNE</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<i>Palmítico</i>	29.5	28.2	20.76	10.06	17.2	18.0
<i>Estéarico</i>	8.5	6.3	3.9	5.83	4.4	3.0
<i>Palmitoleico</i>	0.1	0.1	---	0.85	---	0.3
<i>Oleico</i>	37.2	23.3	27.27	18.47	15.7	29.0
<i>Linoleico</i>	17.3	37.8	42.92	18.29	55.6	46.0
<i>Linolénico</i>	2.0	3.8	4.77	1.51	7.1	0.8

*Fuente: Pérez, 2011.* <sup>(8)</sup>

*Cuadro 4. Perfil de ácidos grasos de una mezcla de grasas.*

<b>AGNE</b>	<i>Palmítico</i>	<i>Estéarico</i>	<i>Palmitoleic o</i>	<i>Oleico</i>	<i>Linoleico</i>	<i>Linolénico</i>
<b>%</b>	21.0	15.0	0.4	32.0	26.0	0.6

*Fuente: Leeson, 2005.* <sup>(18)</sup>

**Cuadro 5. Composición de las dietas basales experimentales para gallina de postura en 8 semanas de experimentación.**

<b>Ingrediente</b>	<b>Testigo 2850 kcal/kg</b>	<b>Baja en EM 2750 kcal/kg</b>
<i>Sorgo Milo 9%</i>	591.76	605.60
<i>Pasta de soya 48%</i>	257.15	254.41
<i>Carbonato de calcio</i>	95.29	99.94
<i>Aceite Acidulado</i>	30.05	14.28
<i>Ortofosfato 18-20</i>	11.69	11.65
<i>Sal (NaCl)</i>	4.39	4.39
<i>Alimet Novus 92</i>	3.04	3.04
<i>T5 Secuestrante de micotoxinas</i>	1.00	1.00
<i>Vitaminas y Minerales*</i>	1.25	1.25
<i>Avelut (Pigmento)</i>	1.00	1.00
<i>Avired (Pigmento)</i>	0.80	0.80
<i>L-lisina HCL</i>	0.59	0.65
<i>Alquerfeed</i>	0.60	0.60
<i>Larvadex</i>	0.50	0.50
<i>Cloruro de Colina</i>	0.50	0.50
<i>L-treonina</i>	0.15	0.16
<i>IQ</i>	0.15	0.15
<i>Fitasa BASF 5000 FTU</i>	0.10	0.10
<b>Total</b>	<b>1000.00</b>	<b>1000.00</b>

<b>Nutriente</b>	<b>Análisis Calculado</b>	
<i>Proteína Cruda (%)</i>	18.20	18.20
<i>Energía Metabolizable (Kcal/Kg)</i>	2850	2750
<i>Met+Cist Digestible (%)</i>	0.70	0.70
<i>Metionina (%)</i>	0.53	0.53
<i>Lisina Digestible (%)</i>	0.81	0.81
<i>Treonina Digestible (%)</i>	0.57	0.57
<i>Calcio Total (%)</i>	3.90	4.07
<i>Fósforo Disponible (%)</i>	0.45	0.45

\*Vitamina A 10,000,000 UI; Vitamina D3 2,500,000, UI; Vitamina E UI; Vitamina K 2.5g; Tiamina 1.6g; Riboflavina 5g; Cianocobalamina 0.010g, Ácido Fólico 0.50g; Piridoxina 1.5g; Pantotenato de calcio 10g; Niacina 30g; Cloruro de colina 60% 200g, Hierro 40g; Manganeso 80g; Cobre 10g; Yodo 2g; Zinc 60g; Selenio 0.30g; Antioxidante 125g; Vehículo c.b.p 500g.

**Cuadro 6. Resultados promedio de las variables productivas de 8 semanas en gallinas de postura alimentadas con globina y diferentes niveles de energía.**

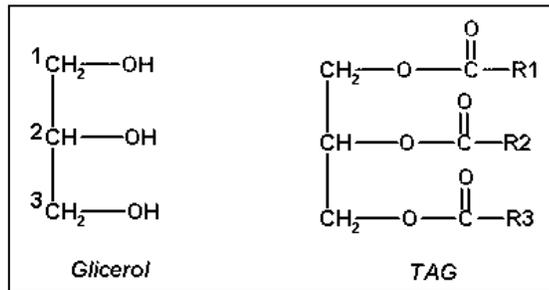
<b>Tratamientos.</b>	<b>Porcentaje de Postura (%)</b>	<b>Peso de Huevo (g)</b>	<b>Masa de Huevo (g)</b>	<b>Consumo de Alimento (g)</b>	<b>Índice de Conversión (kg/kg)</b>	<b>Consumo de EM* (kcal/día)</b>
<b>Dieta Testigo sin Globina.</b>	93.8	56.2	52.7	103.2	1.97	294
<b>Dieta Testigo con Globina.</b>	95.9	56.0	53.8	102.9	1.92	293
<b>Dieta Baja en EM sin Globina.</b>	91.9	56.2	51.7	103.0	2.00	283
<b>Dieta Baja en EM con Globina.</b>	93.7	55.8	52.3	103.5	1.99	285

\*El consumo de EM fue calculado en base al promedio de Consumo de alimento y a la cantidad de energía de la dieta.

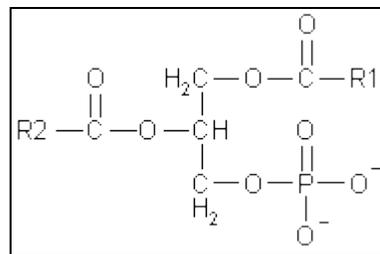
**Cuadro 7. Resultados promedio de las variables productivas en la calidad de huevo de 8 semanas en gallinas de postura alimentadas con globina y diferentes niveles de energía.**

<b>Tratamientos.</b>	<b>Huevo Roto (%)</b>	<b>Huevo Fáfara (%)</b>	<b>Huevo Sucio (%)</b>	<b>Unidades Haugh</b>	<b>Color de la Yema</b>	<b>Grosor de cascarón (mm)</b>
<b>Dieta Testigo sin Globina.</b>	0.55	0.28	0.37	81.11	9.05	0.347
<b>Dieta Testigo con Globina.</b>	0.26	0.10	0.16	81.94	9.20	0.346
<b>Dieta Baja en EM sin Globina.</b>	0.74	0.29	0.45	85.22	9.20	0.347
<b>Dieta Baja en EM con Globina.</b>	0.50	0.18	0.49	85.00	9.20	0.362

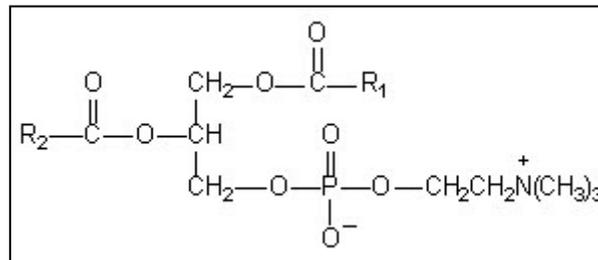
## FIGURAS.



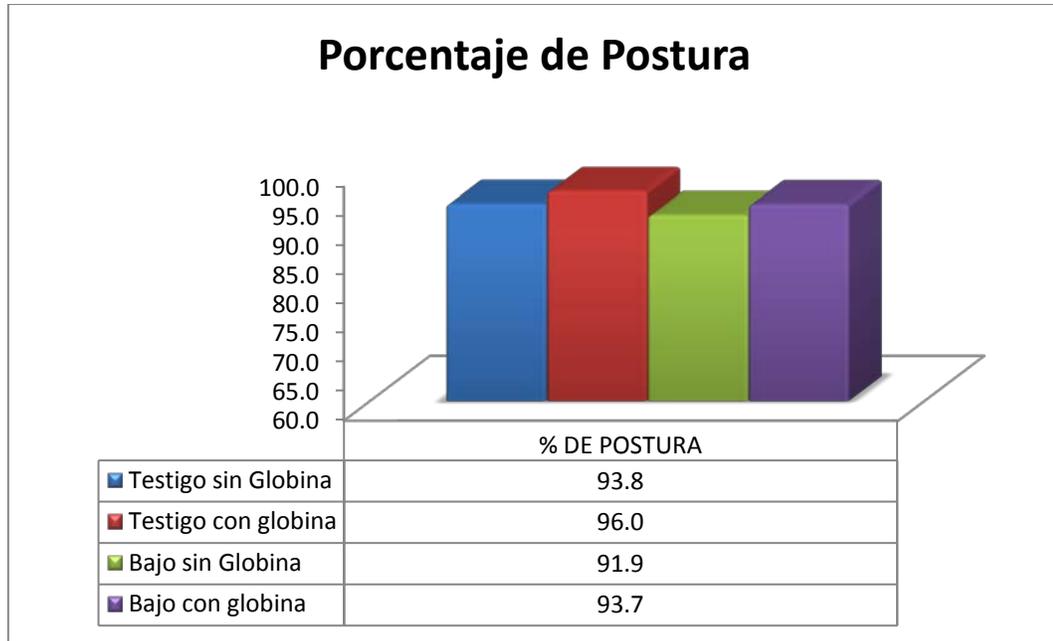
*Figura 1. Estructura química del glicerol y un triacilglicérido (TAG).*



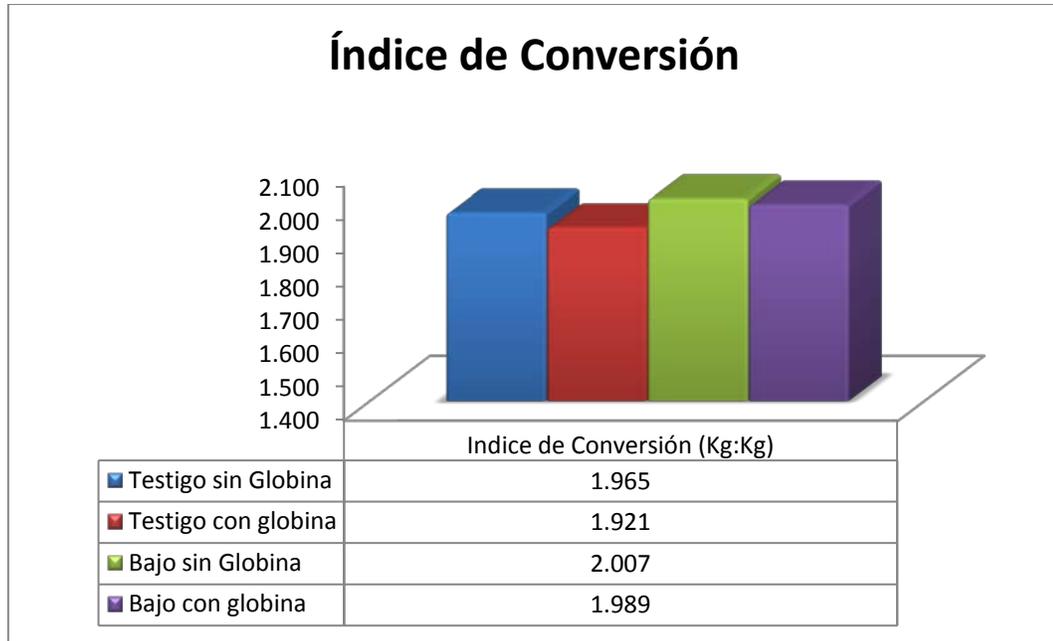
*Figura 2. Estructura química del ácido fosfatídico.*



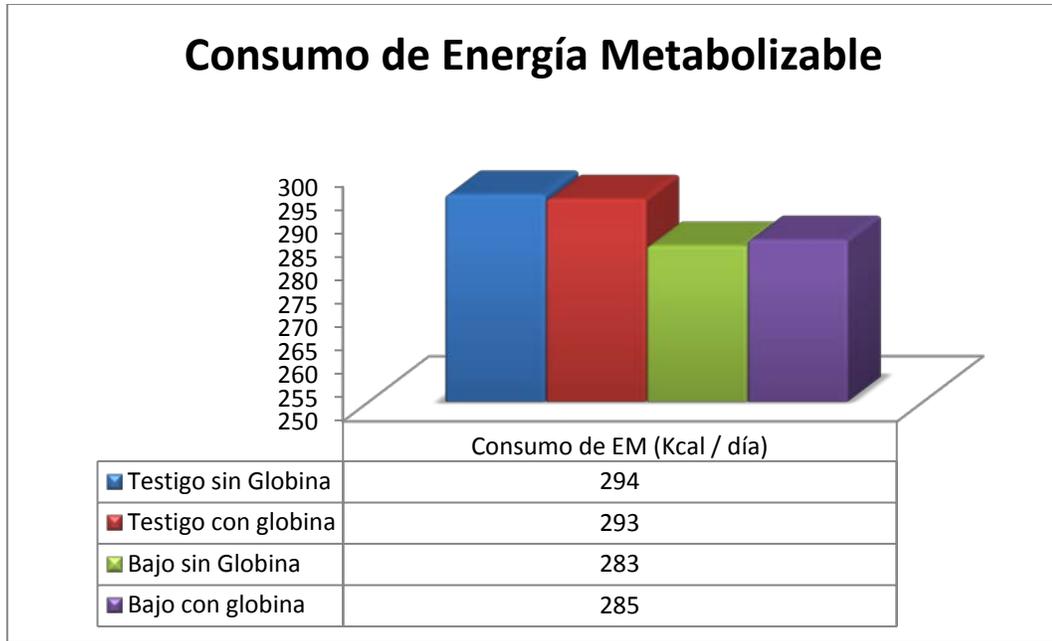
*Figura 3. Estructura química de la fosfatidilcolina.*



***Figura 4 Resultados de porcentaje de postura durante 8 semanas en gallinas alimentadas con globina y diferentes niveles de energía.***



*Figura 5 Resultados de índice de conversión durante 8 semanas en gallinas alimentadas con globina y diferentes niveles de energía.*



*Figura 6 Resultados de Consumo de Energía Metabolizable (EM) durante 8 semanas en gallinas alimentadas con globina y diferentes niveles de energía.*