

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EMPLEO DE GRANOS SECOS DE DESTILERIA CON SOLUBLES  
EN DIETAS TIPO PRÁCTICO PARA GALLINAS DE POSTURA

TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA  
PRESENTA  
GONZALO SANABRIA ELIZALDE

ASESORES:  
MVZ. MC. ARTURO CORTÉS CUEVAS  
MVZ. MSC. ERNESTO ÁVILA GONZÁLEZ

MÉXICO, D.F.

2010



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## **DEDICATORIA**

A mis padres

Gonzalo Sanabria López y Marisela Elizalde Rios.

## **AGRADECIMIENTOS**

Debo mis agradecimientos al 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 y al personal que ahí labora por facilitar las instalaciones y demás recursos con los que se realizó el presente estudio.

Al Doctor Ernesto Ávila González por brindarme la oportunidad de llevar a cabo este experimento y por el financiamiento del mismo; doctor Arturo Cortés Cuevas por ser el principal asesor durante el experimento y a los doctores y amigos Isaías Sánchez Herrera y Badhí Morales Linares por su valiosa ayuda durante mi tiempo de estancia en el C.E.I.E.P.Av.

# CONTENIDO

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

MATERIAL Y MÉTODOS

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

CUADROS

## RESUMEN

**Sanabria Elizalde Gonzalo.** Empleo de granos secos de destilería con solubles en dietas tipo práctico para gallinas en postura. (Bajo la dirección de: **MVZ. MC. Arturo Cortés Cuevas y MVZ. MSc. Ernesto Avila González**).

Con el propósito de evaluar la inclusión de diferentes cantidades de granos secos de destilería con solubles (DDGS) a porcentajes de 3, 6 y 9% en dietas sorgo-soya para gallinas de postura y su efecto en la respuesta productiva y pigmentación de la yema del huevo, se realizó el siguiente experimento. Se emplearon 288 gallinas de la estirpe Bovans White, alojadas en jaulas. Se utilizó un diseño completamente al azar, de 4 tratamientos con 3 repeticiones de 12 aves cada una. Los tratamientos fueron los siguientes: T1.- Dieta testigo, T2.- Como 1 + 3% de DDGS, T3.- Como 1 + 6% de DDGS y T4.- Como 1 + 9% de DDGS. Los resultados obtenidos en 56 días para porcentaje de postura, peso promedio del huevo, consumo de alimento, masa de huevo, conversión alimenticia y porcentaje de huevos sucios no indicaron diferencia ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos. Sin embargo, para la pigmentación de la yema del huevo se encontró diferencia ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos, siendo mayor en los tratamientos con DDGS respecto a la dieta testigo. Con los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede concluir que la adición de 3, 6 y 9% de DDGS en dietas sorgo-soya para gallinas de postura no afecta el comportamiento productivo y mejora la pigmentación de la yema de huevo.

## INTRODUCCIÓN

El agotamiento de los combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural) que son claves en el desarrollo de la vida de nuestras sociedades, hace importante la investigación, fomento y uso de nuevos combustibles. Una potencial fuente de energía nueva la constituyen los biocombustibles.<sup>1</sup>

Uno de estos combustibles es el etanol o alcohol etílico producido a partir de la fermentación de los azúcares que se encuentran en los productos vegetales (cereales, caña de azúcar, remolacha, maíz o trigo)<sup>1</sup>.

Estados Unidos de Norteamérica es uno de los mayores productores de este combustible en el mundo, conforme aumente la exigencia de etanol por parte de este país aumentará la competencia entre el etanol y la industria avícola por el suministro de maíz, lo cual provoca un aumento en el precio de este grano.<sup>2</sup>

Tradicionalmente, cuando hay reducción en el suministro o un aumento de precio en un ingrediente de alimentos balanceados (como el maíz), los nutriólogos buscan alternativas de fuentes de energía y otros nutrientes.<sup>3</sup> Una posible alternativa podrían ser los Granos Secos de Destilería con Solubles (DDGS por sus siglas en inglés *Distillers Dried Grains with Solubles*).<sup>3,4</sup>

En cuanto a México se refiere, en el año 2007 se aprobó una ley para obtener bioenergéticos de productos del campo mexicano. Aunque el maíz sólo podrá utilizarse para obtener etanol cuando existan excedentes, la intención del gobierno mexicano demuestra la tendencia de cambiar el uso de combustibles fósiles por biocombustibles.<sup>5, 6</sup>

México actualmente (2009) es el país que más importa granos secos de destilería con solubles (DDGS) de Estados Unidos. En 2007 México importó 708,000 toneladas métricas y se tiene el potencial de importar 4 millones de

toneladas de DDGS. En 2008, México importó 1, 188,766 toneladas métricas de DDGS.<sup>5, 6</sup>

Los DDGS son un subproducto del grano de maíz derivado de la producción de etanol, el maíz es el grano principal que se utiliza para obtener etanol, pero no es el único, también se puede obtener de granos como el trigo, la cebada, el centeno, el sorgo o la combinación de estos dependiendo de los costos y la disponibilidad de los granos en cada región.<sup>7, 8</sup>

El grano de maíz está compuesto de tres partes; el pericarpio, el germen y el endospermo. El pericarpio es la parte externa y protege a la semilla del maíz, además de aportar casi el total de la fibra del grano.

El germen está formado de tres elementos embrionarios de la planta; raíz, tallo y escutelo, mientras que el endospermo es el depósito de carbohidratos que son la parte energética de la semilla.<sup>9</sup>

Los DDGS se obtienen de los residuos que quedan al fermentar el almidón con enzimas y levaduras del género *Saccharomyces cerevisiae*. Al obtener el etanol, se generan dos subproductos; los solubles y los granos residuales. Ambos son mezclados y posteriormente deshidratados para obtener los DDGS.<sup>2, 10</sup>

El proceso de elaboración de estos subproductos de destilería es fácil de entender y consta de varios pasos:

- 1.- Molienda: El proceso comienza con la limpieza del grano de maíz, que ya limpio pasa a través de los molinos que lo convierten en un polvo fino (harina de maíz).
- 2.- Licuefacción: La harina de maíz se airea en grandes tanques donde se mezcla con agua y la enzima *alfa amilasa*. Luego pasa a través de los tanques



de cocimiento donde se licua el almidón. A esta mezcla se agrega componentes químicos para mantenerla con un pH adecuado.

En esta etapa se aplica calor para la licuefacción, en una primera fase a alta temperatura (120 - 150 °C) y luego a temperatura más baja (95 °C).

Estas altas temperaturas reducen los niveles de las bacterias existentes en el puré o mosto.

3.- Sacarificación: El puré es enfriado a una temperatura levemente bajo el punto de ebullición del agua y se le entrega una segunda enzima (*glucoamilasa*) para convertir el almidón licuado en azúcar fermentable (dextrosa).

4.- Fermentación: La fermentación se realiza en ausencia de oxígeno. Al puré se le agrega la levadura *Saccharomyces cerevisiae* para fermentar los azúcares y con ello obtener etanol y anhídrido carbónico. Usando un proceso continuo el puré fluye a través de varios fermentadores hasta completar el proceso.

5.- Destilación: El puré fermentado contiene cerca del 12% de alcohol, así como todos los sólidos no fermentables del maíz y de la levadura. El puré es bombeado a flujo continuo a la columna de destilación, donde el contenido se hierve, separándose el alcohol etílico de los sólidos y del agua. El alcohol deja la columna de destilación con una pureza del 95% aproximadamente, y el puré de residuo, llamado "stillage", es transferido de la base de columna para su procesamiento como co-producto.

6.- Deshidratación: La destilación da lugar siempre a una mezcla de un máximo de 96% de etanol y de 4% de agua; esto se conoce como mezcla azeotrópica.

El 4% de agua se quita de la mezcla azeotrópica con óxido de calcio o mezclándose con benceno obteniéndose etanol anhidro.

7.- Desnaturalizado: El etanol que será usado para combustible se debe desnaturalizar agregando un 2% de gasolina para hacerlo no apto para el consumo humano y evitar el pago de impuesto a los alcoholes.

8.- Co-productos: Hay dos sub-productos principales en el proceso de producción de etanol, el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y los granos secos de destilería con solubles (DDGS). El dióxido de carbono se obtiene en grandes cantidades durante la fermentación. Se recoge, se limpia de cualquier alcohol residual, se comprime y vende para ser usado como gasificante de bebidas gaseosas o para congelar, en forma de hielo seco.

Los granos secos de destilería con solubles (DDGS), se obtienen del "stillage", que se centrifuga para separar los sólidos suspendidos. Los sólidos disueltos se concentran con un evaporador y después se envían a un sistema de secado para reducir el contenido de agua a aproximadamente 12%. Se concentra el aceite, proteína y nutrientes del maíz original constituyendo aproximadamente un tercio del peso del maíz. Debido a la fermentación, los aminoácidos, grasa, minerales y las vitaminas restantes aumentan aproximadamente el triple en el concentrado, comparado con los niveles encontrados en el maíz. De una tonelada de maíz se producen 409.84 litros de etanol, 321.44 kg de DDGS y 321.44 kg de  $\text{CO}_2$ .<sup>8-12</sup>

El uso de los granos de destilería no es un tema nuevo, estos granos han estado a la mano para la crianza de aves de corral por muchas décadas principalmente provenientes de la industria de las bebidas, hoy en día se obtienen principalmente de la fermentación del maíz, se ha reconocido que los

DDGS son una fuente valiosa de energía, proteínas, vitaminas y minerales para las aves<sup>13</sup>. Desde la década de los setentas con la creación de plantas de etanol con mayor capacidad de producción, se comenzaron a realizar pruebas para usar estos granos en la alimentación de rumiantes y cerdos;<sup>14</sup> sin embargo, su uso no prosperó en un inicio debido a diferentes factores, el principal de ellos era la variabilidad en la forma en que eran procesados los granos de una planta a otra, e incluso la forma en que eran procesados en la misma planta entre diferentes ciclos.<sup>2, 15</sup> Sin embargo, en los últimos años han surgido plantas de nueva generación que tienden a estandarizar las características nutricionales de los granos. Estos granos de “nueva generación” tienen mayor energía digestible y metabolizable, como se muestra a continuación; además, de tener mayor digestibilidad aparente de aminoácidos y fósforo disponible, presentan un característico color dorado diferenciado de los granos de “viejas generaciones” que presentaban un color café o quemado.<sup>15</sup>

#### VALOR NUTRICIONAL DE LOS GRANOS SECOS DE DESTILERIA CON SOLUBLES

Proteína (%)	Fibra Cruda (%)	EM Kcal/kg	Calcio (%)	Fosforo (%)	Potasio (%)	Lisina (%)	Metionina (%)	Treonina (%)
27.2	9.1	2480	0.17	0.72	0.65	0.75	0.60	0.92

Tomado de NRC, 1994<sup>16</sup>

Durante la fermentación los nutrientes en los DDGS pueden incrementarse aproximadamente de 2 a 3 veces más que en el grano de maíz, constituyen una buena fuente energética, proteica, de aminoácidos, fósforo y otros nutrientes en dietas para aves de corral.<sup>17</sup> El principal problema en el uso de

DDGS es la alta variabilidad y calidad de estos nutrientes de acuerdo al lugar y tipo de maíz con el que fueron elaborados.<sup>18</sup>

El contenido nutricional de los DDGS de acuerdo a diversos autores se reporta en un promedio de 28% a 30.2% de proteína cruda, recientemente algunas plantas de etanol están buscando nuevos procedimientos para producir DDGS de mayor proteína que pueden llegar a contener hasta 40-50% de proteína cruda. En cuanto a energía metabolizable, se reportan DDGS de 2863 Kcal/kg de EM con un rango de 2607-3054 kcal/kg, que pueden sustituir cerca del 2.5% de pasta de soya y 9% del maíz.<sup>2, 19-23</sup>

Varios estudios se han realizado para conocer el valor nutricional de este subproducto (DDGS); Spiels et. al. en el 2002<sup>22</sup>, evaluaron los nutrientes de 118 muestras de DDGS originarias de plantas de etanol de nueva generación. Los promedios de los valores nutricionales de estas muestras fueron los siguientes: P.C. 30.2%, Grasa 10.9%, Fibra cruda 8.8%, lisina 0.42%, metionina 0.55%, Ca 0.06% y P 0.89%, FDN 42.1%, FDA 16.2%. La variabilidad más importante entre las muestras se observó en los aminoácidos, especialmente en lisina, y en las concentraciones de minerales.<sup>22</sup>

Los altos niveles de grasa que contienen los DDGS de maíz están relacionados con altos niveles de energía, pero la energía digestible es muy variable. Pedersen et al. (2007)<sup>24</sup>, reportaron el contenido de energía de diez muestras de DDGS en 5430 kcal/kg, bajas concentraciones de energía 4448 - 4969 kcal/kg fueron observadas por Fasting et. al. <sup>25</sup> en el 2006, en cinco muestras del Medio Oeste de USA, Batal y Dale (2006)<sup>26</sup> indicaron el contenido de energía metabolizable en rangos de 2490 a 3190 kcal/kg basados en el

análisis de 17 muestras de DDGS del medio oeste de Estados Unidos teniendo un valor promedio de 2820 kcal/kg.

En cuanto a aminoácidos; el proceso de secado del cereal a altas temperaturas puede reducir su digestibilidad, como la lisina que puede variar de 59 a 84% en aves (*Fastinger et al.* 2006 <sup>25</sup>). Batal y Dale, <sup>26</sup> mencionan que la digestibilidad de lisina es de 75 a 80% en un estudio realizado en gallina Hy-line W36 de 22 semanas de edad y mencionan que es mayor la digestibilidad de este aminoácido en DDGS de color dorado; Lumpkins y Batal<sup>27</sup> (2005), reportaron 75% de digestibilidad de lisina en DDGS.

El contenido de aminoácidos informado por el NRC en 1994 se menciona en el siguiente cuadro.

**DDGS COMPOSICIÓN DE AMINOACIDOS (%)**

Arginina	0.98	Metionina	0.60
Glicina	0.57	Cistina	0.40
Serina	1.61	Fenilalanina	1.20
Histidina	0.66	Tirosina	0.74
Isoleucina	1.00	Treonina	0.92
Leucina	2.20	Triptófano	0.19
Lisina	0.75	Valina	1.30

NRC, 1994 <sup>16</sup>

Los DDGS son buena fuente de fósforo, igual que otros nutrientes, su valor se triplica en comparación con el maíz y puede variar de 0.62 a 0.77% para las aves. Martínez -Amezcuca et. al. (2004) encontraron que el contenido de fósforo en 20 muestras de DDGS obtenidas de diferentes plantas de etanol en Minnesota era de 0.73%, un valor muy cercano al de las tablas del NRC de 1994. <sup>28</sup>

Para los minerales, la mayor variabilidad está en el sodio, que lo podemos encontrar en rangos de 0.09 a 0.44%; el NRC en 1994 indica valores de 0.48% para este mineral por encima del maíz que contiene 0.3%, por lo tanto el contenido de sodio en dietas elaboradas con DDGS debe ser vigilado (Batal y Dale 2003)<sup>26</sup>. En cuanto al contenido de macro minerales se reporta lo siguiente <sup>29,30</sup>

<b>MINERAL</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>MINERAL</b>	<b>PROMEDIO</b>
Calcio (g/kg)	2.1	Zinc (mg/kg)	65
Fósforo (g/kg)	8.4	Cobre (mg/kg)	10
Magnesio (g/kg)	2.9	Hierro (mg/kg)	105
Potasio (g/kg)	12.4	Selenio (mg/kg)	0.34
Sodio (g/kg)	5.4	Iodo (mg/kg)	0.03
Cloro (g/kg)	3.2	Cobalto (mg/kg)	0.10
Azufre (g/kg)	3.2	Molibdeno (mg/kg)	1.7

Sauvant y Marc Pérez.<sup>30</sup>

Para que el organismo animal pueda cumplir adecuadamente sus funciones metabólicas, requiere consumir aproximadamente 40 elementos entre los cuales se encuentran las vitaminas. Los DDGS representan una buena fuente de vitaminas hidrosolubles (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, tiamina, riboflavina, ácido pantoténico, etc.), y de vitaminas liposolubles, A, D, E y K<sup>20</sup>. Sin embargo pocos estudios se han realizado para determinar la cantidad de estos nutrimentos que se describen en el siguiente cuadro.

VITAMINA	PROMEDIO
Vitamina A (1000 UI/kg)	0.90
Vitamina D (1000 UI/kg)	0.53
Vitamina E (mg/kg)	38
Vitamina B1-Tiamina (mg/kg)	3
Vitamina B2-Rivoflavina (mg/kg)	8
Vitamina B6-Piridoxina (mg/kg)	7
Vitamina B 12 (µg/kg)	13
Ácido pantoténico (mg/kg)	13
Biotina (mg/kg)	0.63
Colina (mg/kg)	2221

Sauvant y Marc Pérez.<sup>30</sup>

Comúnmente contienen otras sustancias biológicas activas como nucleótidos, mananoligosacáridos, beta-1,3/1,6-glucainositol, glutamina y ácidos nucleicos que estimulan al sistema inmunológico y salud de los animales.<sup>20</sup>

En cuanto a pigmentación de la yema del huevo, pocos datos existen sobre este tema, algunos estudios que se han realizado en los últimos años revelan que los DDGS son una buena fuente de xantofilas, aunque en una menor cantidad que en el gluten de maíz (180 a 200 ppm), los DDGS pueden contener hasta 40-50 partes por millón de xantofilas en DDGS de color dorado, lo que es un buen aporte a las dietas de las aves.<sup>21</sup>

Uno los problemas de este producto podría estar representado por la cantidad de micotoxinas, que se triplican en cantidades al igual que los nutrientes. Las micotoxinas no se destruyen con la fermentación, sin embargo aunque pueden existir micotoxinas la industria del alcohol lo considera poco probable, el maíz que no ha sido correctamente almacenado y que desarrolla aflatoxinas u otras micotoxinas tal vez no proporcione la misma eficiencia de producción de etanol como el maíz de más alta calidad. De este modo aunque no se elimine la posibilidad de contaminación por micotoxinas, se considera poco probable.<sup>3, 21</sup>

Las concentraciones de aflatoxinas se mencionan en un promedio de 3.6 ppm en un total de 60 muestras obtenidas en diferentes plantas de etanol en Estados Unidos.<sup>3, 21</sup>

Tradicionalmente los DDGS se han utilizado en dietas para gallinas de postura en porcentajes de inclusión que van de 5 - 20%.

Lilburn y Jensen<sup>31</sup> (1984), indicaron que el 20% de DDGS es aceptable en dietas nutricionalmente balanceadas para gallinas de postura y reproductoras, además de mejorar la calidad del huevo al ser evaluado en unidades Haugh.

Estudios más recientes han demostrado que estos granos también pueden ser utilizados en altas inclusiones con mínimos efectos negativos en los parámetros productivos. Lumpkins y Batal en el año 2005,<sup>32</sup> evaluaron el uso de DDGS en dietas para gallinas de postura, con porcentajes de inclusión DDGS que fueron desde 0% hasta 15%. En esta investigación, se encontró ligera disminución en la producción de huevo en las gallinas alimentadas con el porcentaje más elevado; sin embargo, esta reducción no fue estadísticamente significativa sugiriendo niveles de inclusión del 10 al 12% de DDGS en las dietas para gallina de postura, sin presentarse algún efecto negativo en el comportamiento productivo de las gallinas.<sup>33</sup>

Pruebas realizadas en gallinas Lohman White con granos secos de destilería con solubles a inclusiones de 5, 10, 15, 20% mostraron que no se tienen efectos negativos sobre consumo de alimento, producción de huevo y color de la yema que incluso mejora con los niveles más altos de inclusión (Swiatkiewicz y Koreleski).<sup>34</sup>

Un estudio realizado en la Universidad de Iowa (Pineda et al. 2008)<sup>33</sup>, reportó que se pueden utilizar dietas que contengan hasta un 69% de inclusión de



DDGS para gallinas de postura, sin producir diferencias significativas en la calidad del huevo, sin embargo la postura disminuyó linealmente con el incremento de DDGS, pero no lo suficiente como para no utilizar este producto en dietas para aves a altos porcentajes de inclusión.<sup>33</sup>

Con estos antecedentes y debido al incremento de este ingrediente y a que la calidad de los DDGS ha sido variable durante el curso de los años, se plantea el presente estudio con la finalidad de evaluar la inclusión de diferentes niveles de granos secos de destilería (3, 6, y 9%) en dietas tipo práctico sorgo-soya-DDGS para gallinas de postura, evaluando su efecto sobre los parámetros productivos y la pigmentación de la yema de huevo.

## **HIPOTESIS**

La adición de granos secos de destilería con solubles (3, 6 y 9%), en dietas sorgo-soya para gallinas de postura, no afecta el porcentaje de postura, peso promedio del huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia, masa de huevo, porcentaje de mortalidad y la pigmentación de la yema del huevo.

## **OBJETIVO**

Evaluar diferentes inclusiones de granos secos de destilería con solubles (3, 6 y 9%) en dietas para gallinas de postura y su efecto en el porcentaje de postura, peso promedio del huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia, masa de huevo, porcentaje de mortalidad y pigmentación de la yema de huevo

## MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación fue realizada 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, localizado en la calle Salvador Díaz Mirón #89 de la Colonia Santiago Zapotitlán en la delegación Tláhuac, Distrito Federal a una altura de 2250 msnm, entre los paralelos 19° 15' latitud Oeste; bajo condiciones de clima templado húmedo (Cw), siendo Enero el mes más frío y Mayo el más caluroso, con temperatura promedio anual de 16°C y con una precipitación pluvial anual media de 747 mm.<sup>35</sup>

En la presente investigación se emplearon 288 gallinas de postura estirpe Bovans White de 35 semanas de edad distribuidas en 96 jaulas convencionales, cada jaula con 3 gallinas; se proporcionó agua en bebederos de copa automatizados; el alimento que contenía la dieta experimental fue administrado en comederos de tipo lineal de lámina galvanizada. Las aves fueron alojadas en una caseta de ambiente natural con techo de lámina galvanizada y piso de cemento. El agua y alimento fueron proporcionadas *ad libitum* durante todo el experimento, el cual tuvo una duración de 8 semanas.

Previo a la formulación de las dietas experimentales (Cuadro 1), se tomaron muestras de DDGS para la determinación de aminoácidos totales (Cuadro 2) y la predicción de aminoácidos digestibles mediante el método NIR (Cuadro 3). Las dietas experimentales cumplieron con las necesidades nutrimentales para gallinas en la primera fase de producción de acuerdo a lo señalado por Cuca et. al.<sup>36</sup>

Los tratamientos experimentales, consistieron en el empleo de DDGS en dietas sorgo-soya isocalóricas y con 17% de proteína como mínimo conforme a un diseño completamente al azar, como se señala a continuación:

- Tratamiento 1.- Dieta testigo sorgo + soya.
- Tratamiento 2.- Como 1 + 3% de DDGS.
- Tratamiento 3.- Como 1 + 6% de DDGS.
- Tratamiento 4.- Como 1 + 9% de DDGS.

Cada tratamiento constó de 6 repeticiones con 12 gallinas cada una. Semanalmente se registraron el porcentaje de postura, peso promedio del huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia, masa de huevo, porcentaje de huevos sucios y porcentaje de mortalidad.

Al final del estudio, se midió la pigmentación de la yema de huevo con un colorímetro de reflectancia y con el abanico colorimétrico de DSM.

Los datos obtenidos de las variables en estudio, se analizaron conforme al diseño experimental empleado. En caso de existir diferencia estadística entre tratamientos, se empleó una comparación de medias mediante la prueba de Tukey y se consideró una significancia al 5 y 1%. Para el análisis se empleó el paquete estadístico SPSS. <sup>37</sup>

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos en 56 días de experimentación para porcentaje de postura, peso promedio del huevo, consumo de alimento, masa de huevo y conversión alimenticia se pueden observar en el cuadro 4, en el que se puede apreciar que los datos fueron similares entre tratamientos. Estos resultados indicaron que con 3, 6 y 9% de inclusión de DDGS, no existió diferencia estadística ( $P>0.05$ ) entre tratamientos para las variables porcentaje de postura, peso promedio del huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia y masa de huevo.

Los datos obtenidos de porcentaje de huevos sucios y coloración de la yema se pueden apreciar en el cuadro 5. Estos resultados indican que no hay diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre tratamientos en el porcentaje de huevos sucios; sin embargo, en cuanto a pigmentación de la yema se refiere, los tratamientos con la adición de DDGS en la dieta mostraron estadísticamente diferencias ( $P<0.05$ ) entre tratamientos, con una mayor pigmentación en los tratamientos con 3, 6 y 9 % de DDGS respecto al tratamiento testigo. Los datos de el porcentaje de mortalidad en 56 días de experimentación indicaron que no existió diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre tratamientos, con porcentajes de mortalidad muy bajas en los 4 tratamientos (0, 0, 0 y 1.38%) respectivamente.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio en 56 días de experimentación, de similar comportamiento productivo con dietas elaboradas a bajos porcentajes de inclusión de DDGS, se asemejan a los datos obtenidos por otros autores en sus diferentes estudios.<sup>20, 22, 23, 34, 37-40</sup>

En cuanto a aminoácidos se refiere, los DDGS utilizados en este estudio se analizaron bajo el método NIR y su contenido fue en cifras similares a lo reportado por Batal y Dale<sup>38</sup> en 2004 y Spies et. al.<sup>22</sup> en el 2002, estos último autores realizaron uno de los análisis más completos con muestras obtenidas en Minnesota y Dakota del Sur de E.U.A., datos que se asemejan a los publicados por el NRC de 1994 para contenido nutricional de los DDGS.<sup>16</sup>

El porcentaje de proteína cruda de los DDGS utilizados en el experimento, se encuentra dentro de los rangos mencionados por algunos investigadores. Cromwell et. al. (1993)<sup>23</sup> indican que contienen en promedio 26.62% de P.C. con un rango de 23.4% a 28.7% mencionado en el estudio realizado a varias muestras provenientes de plantas de etanol en Norteamérica, pero difiere de los datos obtenidos por Spies et. al. (2002)<sup>22</sup> quienes evaluaron los nutrientes contenidos en los DDGS de varias muestras obtenidas de plantas de etanol de nueva generación en Minnesota y Dakota del sur en E.U.A.

El presente estudio se planteó con el propósito de medir el efecto de este sub-producto (DDGS) en los parámetros productivos y calidad interna del huevo, especialmente en la pigmentación de la yema.

Las variables porcentaje de postura, peso promedio del huevo, consumo de alimento y conversión alimenticia no fueron diferentes estadísticamente entre tratamientos ( $P > 0.05$ ) y sugieren que la inclusión de DDGS en los diferentes

porcentajes utilizados en las dietas experimentales (3, 6 y 9%) no tuvieron efecto negativo en estas variables, datos similares fueron publicados por Jensen et. al. 1984.<sup>31</sup> y Matterson et. al. 1966.<sup>39</sup>

Robertson et. al. (2005)<sup>40</sup> después de realizar dos experimentos en gallinas Hy Line W-36, concluyeron que la inclusión máxima de DDGS hasta 15% no tuvo efectos negativos en los parámetros productivos y sugiere no utilizar niveles mayores a este porcentaje. Swiatkiewicz y Koreleski et. al. en 2006<sup>34</sup>, observaron que 15% de inclusión de DDGS no repercute en la mayoría de los parámetros productivos analizados.

Por otro lado, Pineda et. al. (2008)<sup>33</sup> utilizaron altos niveles de inclusión de DDGS, observando que se disminuye el porcentaje de postura linealmente, con niveles elevados de DDGS que fueron de 23, 46 y 69%. La masa de huevo fue uno de los parámetros que se vio más afectado, los autores atribuyen este efecto a la alta variabilidad en el contenido de aminoácidos en los DDGS.

El porcentaje de huevos sucios entre tratamientos fue similar ( $P>0.05$ ), lo que indica que el uso de DDGS a bajas inclusiones en las dietas no aumenta la producción de huevos sucios como se menciona en la literatura con altos porcentajes, siendo 2% de huevos sucios el máximo permitido.<sup>21</sup>

Adicionalmente se midió la pigmentación de la yema y se observó que los tratamientos con DDGS aumentaron estadísticamente la cantidad de pigmento amarillo depositado en la yema de los huevos muestreados respecto al tratamiento testigo, esto debido a la cantidad de xantofilas que aportan los DDGS.<sup>40</sup> Estos resultados coinciden con los encontrados por otros autores quienes informan que la inclusión de DDGS en la dieta para gallinas de postura incrementa la coloración de la yema del huevo.<sup>20, 33, 40, 41</sup>





## CONCLUSIONES

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

1. La adición de 3, 6 y 9% de DDGS en dietas sorgo-soya para gallinas de postura no afectó significativamente ( $P>0.05$ ) el consumo de alimento, porcentaje de postura, el peso promedio del huevo, masa de huevo, conversión alimenticia y el porcentaje de huevos sucios.
2. El uso de 3, 6 y 9% de DDGS en dietas sorgo-soya para gallinas de postura mejoró ( $P<0.05$ ) la pigmentación de la yema del huevo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. - Ecosofía.org [home page on the internet][undated 2006 May 6; cited 2009 26 Jun] Energías Alternativas “El etanol”. Available from: [http://ecosofia.org/2006/05/etanol\\_energia\\_alternativa](http://ecosofia.org/2006/05/etanol_energia_alternativa).
- 2.-Noll S. DDGS in poultry diets does it make sense. Midwest Poultry Federation Pre-Show Nutrition Conf; 2004 Marzo 16; St. Paul (MN) EUA. 2004.
- 3.- Amy Batal. Uso de DDGS en dietas avícolas. Industria Avícola. 2009; 12:12-15. Available from: <http://www.industriaavicola-digital.com>
- 4.- Shurson G, Spiehs M, Whitney M. The use of maize distiller's dried grain with solubles in pig diets. Animal Sci. 2004; 9:75N-83N.
- 5.- Restrepo I. Etanol vs. gasolinas. La jornada 2006 mayo 22; Sec. Opinión.
- 6.- Rojas F. Biocombustibles. El Universal 2008 enero 8; Sec. Editoriales.
- 7.- Martínez-Amezcuca C. Nutritional evaluation of DDGS for poultry (tesis de doctorado PHD). Urbana-Champaign (Illinois) University of Illinois, 2005.
- 8.- Wright KN. 1987. Nutritional properties and feeding value of corn and its by-products. Corn. Chemistry and Technology. Edited by Stanley A. Watson and Paul E. Ramstad. American Assosiation of Cereal Chemist.
- 9.- Davis K. 2001. Corn Milling, processing and generation of co-products. 62<sup>nd</sup> Minnesota Nutrition Conference and Minnesota Corn Growers Association Technical Symposium. September 11-12. Bloonington, MN.
- 10.- Kelsall DR, and TP. Lyons. 2003. Grain dry milling and cooking procedures: Extracting sugars in preparation for fermentation. The alcohol textbook. 4<sup>th</sup> edition. Edited by KA Jacques, T:P. Lyons and D.R. Kelsall Nottingham University Press. Alltech Inc.

- 11.- Power RF. 2003. Enzymatic conversion of starch to fermentable sugars. The alcohol textbook. 4<sup>th</sup> edition. Edited by KA Jacques, T:P. Lyons and D.R. Kelsall Nottingham University Press. Alltech Inc.
- 12.- Maizar.org [home page on the internet] [undated Feb 2005; cited 2009 Jun 28] Sistemas de producción utilizados para obtener etanol. Available from: <http://www.maizar.org.ar/vertex.phd?id=246>
- 13.- Mw Poultry.org [home page on the internet] [undated Feb 2005, cited 2009 29 Jun] Dried Distillers Grains with Solubles in pulled and laying hen ration. Sheila E. Scheideler. Available from: <http://www.mwpoultry.org/ProjectPDFs/07-13.pdf>
- 14.- Waldroup PW, Wang Z, Coto C, Cerrate S, Yan F. Development of a standardized nutrient matrix for corn Distillers Dried Grains whit Solubles. Int. J. Poult. Sci. 2007; 6:478- 483.
- 15.- Dale N, Batal A. Nutritional value of distillers dried grains and solubles for poultry. 19th Annual Carolina Nutrition Conf; 2003 October 30; Research Triangle Park (NC) EUA.
- 16.- National Research Council. Nutrient Requirements of Poultry. Ninth Revised Edition, 1994.
- 17.- Shurson G, Spieshs M, Whitney M. The use of maize distiller's dried grain with solubles in pig diets. J. Anim. Sci. 2007; 82:75N-83N
- 18.- Basurto KV. El debate del uso de DDGS. Los avicultores y su entorno. 2007; abril-mayo:125-128.
- 19.- Waldroup PW, Wang Z, Coto C, Cerrate S, Yan F. Development of a standardized nutrient matrix for corn Distillers Dried Grains whit Solubles. Int. J. Poult. Sci. 2007; 6:478- 483.

- 20.- Swiatkiewicz,S and J. Koreleski. The use of distillers dried grains with soluble (DDGS) In poultry nutrition. Poul. Sci. Octubre-Diciembre (2008), 64:257-266.
- 21.- U.S. Grains Council. Distiller Dried Grains With Solubles. Los avicultores y su entorno. Abril-Mayo 2009; 68:78-80.
- 22.- Spiels, MJ, Whitney, MH, Shurson, GC. Nutrient database for distiller's dried grains with solubles produced from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. J. Anim. Sci. 2002; 80:2639-2645.
- 23.- Cromwell, GL, Herkelman, KL, Stahly TS. Physical, Chemical and nutritional characteristics of distillers dried grains with soluble for chicks and pigs. J. Anim. Sci.1993; 71:679-686.
- 24.- Pedersen, C, Boersma, M.G., Stein, NH. Digestibility of energy and phosphorus in ten samples of distillers dried grains with soluble for the growing pigs. J. Anim. Sci. 2007; 85:1168-1176.
- 25.- Fastinger, ND., Latshaw, J.D., Mahan, D.C. Amino acid availability and true metabolizable energy content of corn distillers dried grains with soluble in adult cecetomized roosters. Poul. Sci. 2006; 85:1212-1216.
- 26.- Batal A., Dale, NM. Mineral composition of distillers dried grains with solubles. J. App. Poul. Res. 2006; 15:89-93.
- 27.- Lumpkins, B Batal. The bioavailability of lisine and phosphorus in distillers dried grains with solubles. Poul. Sci. 1984; 63:542-547.
- 28.- Martinez-Amezcuca C, CM Parsons, SL Noll. Content and relative bioavailability of phosphorus in distillers dried grains with solubles in chicks. Poul. Sci. 2004; 83:971-976.

- 29.- FEDNA [home page on the internet] [undated 2003, cited 2009 Jun 30]  
Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos (2ª ed.). C. de Blas, G.G. Mateos y P.Gª. Rebollar. Available from:  
[http://www.etsia.upm.es/fedna/subp\\_cereales/ddgs\\_maiz.htm](http://www.etsia.upm.es/fedna/subp_cereales/ddgs_maiz.htm)
- 30.- Daniel Sauvant, Jean-Marc Pérez, Gilles Tran. Tablas de composición y valor nutritivo de las materias primas destinadas a los animales de interés ganadero. Madrid España. Ediciones Mundi-prensa. 2005.
- 31.- Lilburn, MS, Jensen LS, Evaluation of corn fermentation solubles as feed ingredient for laying hens. Poult. Sci. 1984; 63:542-547.
- 32.- B Lumpkins, A Batal, N Dale. Use of distillers dried grains plus soluble in laying hen diets. Poult. Sci. 2005, 14:25-31.
33. Pineda L, Roberts S, Kerr B, Wakkal R, Verstegen M and Bregendhal K. Maximum dietary content of corn distiller's diet grains whit solubles in diets for laying hens. Effect on nitrogen balance, manure excretion, egg production and egg quality. Iowa State University. Animal Industry. Report 2008. AS leaflet R2334.
- 34.- S. Swiatkiewicz, J Koreleski. Effect of maize distillers dried grains with solubles and dietary enzyme supplementation on the performance of laying hens. J. Anim. Feed. Sci. 2006a; 15:253-260.
- 35.- INEGI. Tláhuac: Cuaderno de información básica delegacional. INEGU, México 1992.
- 36.- Cuca GM , Ávila GE, Pro MA. Alimentación de las aves. Universidad Autónoma Chapingo. 2009 2ª edición. Chapingo México.

- 37.- SPSS Inc. for windows (Computer program) Version 8.0.0 SPSS Inc 1989-1997.
- 38.- A Batal, M Dale. True Metabolizable energy and amino acid digestibility of distillers dried grains with soluble. J. Appl. Poult. Res. 2006; 15:89-93.
- 39.- Matterson LD, Tlustohowicz, JJ, Singen EP. Corn distillers dried grains with solubles in rations for high production hens. Poult. Sci. 1966; 45:147.151.
- 40.- Robertson KD, Kalbfleisch JL, Pan W, Charbeneau RA. Effect of corn distiller's dried grains with soluble at various levels on performance of laying hens and egg yolk color. Inter. J. Poult. Sci. 2005; 4:44-51.
- 41.- Jensen LS, Chang CH, Wilson SP. Interior egg quality: Improvement by distillers feeds and trace elements. Poult. Sci. 1977; 57:648-654.

**Cuadro 1. Contenido de dietas experimentales con diferentes niveles**

INGREDIENTE	CANTIDAD/TONELADA			
	Tx1 (0% DDGS)	Tx2 (3%DDGS)	Tx3 (6%DDGS)	Tx4 (9%DDGS)
Sorgo	605.534	590.955	576.163	535.769
Pasta de Soya	241.810	227.834	214.053	223.663
DDGS	-----	30.00	60.00	90.00
Aceite Vegetal	21.665	20.271	18.906	21.016
Carbonato de Ca	105.139	105.285	105.432	105.532
Ortofosfato	11.197	10.820	10.442	9.959
Sal	4.652	4.578	4.503	4.423
Vitaminas	2.500	2.500	2.500	2.500
Alimet	2.113	2.045	1.975	1.676
Secuestrante	2.000	2.000	2.000	2.000
Pigmento Amarillo	1.000	1.000	1.000	1.000
Pigmento Rojo	0.800	0.800	0.800	0.800
L-Lisina HCL	0.589	0.862	1.128	0.663
Cloruro de Colina	0.500	0.500	0.500	0.500
Bacitracina	0.300	0.300	0.300	0.300
Antioxidante	0.100	0.100	0.100	0.100
Fitasa	0.100	0.100	0.100	0.100
L-Treonina	-----	0.050	0.098	-----
<b>ANÁLISIS CALCULADO</b>				
E.M. (Kcal/kg)	2,750	2,750	2,750	2,750
Proteína Cruda (%)	17.00	17.00	17.00	17.90
Calcio Total (%)	4.100	4.100	4.100	4.100
Sodio (%)	0.190	0.190	0.190	0.190
Fósforo (Disp)	0.440	0.440	0.440	0.440
Met+Cist Dig (%)	0.629	0.629	0.629	0.629
Lisina Dig (%)	0.796	0.796	0.796	0.796
Treonina Dig (%)	0.545	0.545	0.545	0.563

Proporciona por kg. Vitamina A, 12 000 000 UI; Vitamina D<sub>3</sub>, 2, 500 000 UI; Vitamina E, 15, 000 UI; Vitamina K<sub>3</sub>, 2.0 g; Vitamina B<sub>1</sub> 2.25g, Vitamina B<sub>2</sub>, 7.5 g; B<sub>12</sub> 20 mg; Piridoxina, 3.5 g; Pantotenato de calcio, 12.5 g; Niacina, 45g; Biotina, 125 mg; cloruro de colina, 250 g; ácido fólico, 1.5g. Proporciona por kg. Selenio, 200 mg; Cobalto, 0.20 g; Yodo, 0.30 g; Cobre, 12 g; zinc, 50 g; Hierro, 50g; Manganeso, 110 g; Excipiente cbp, 1000 g.

**Cuadro 2. Resultados del contenido de aminoácidos en los DDGS empleados en las dietas experimentales mediante NIR y su comparación con otros autores**

<b>Aminoácidos</b>	<b>NIR** (%)</b>	<b>Martínez-Amezcu et. al. (2005)<sup>7</sup></b>	<b>Spiels et. al. (2002)<sup>22</sup></b>	<b>Batal et al. (2003)<sup>15</sup></b>
Metionina	0.56	0.60	.55	0.56
Cistina	0.50	0.40	-	0.62
Lisina	0.82	0.75	.85	0.85
Treonina	1.00	0.92	1.13	1.05
Triptófano	0.23	0.19	.25	0.28
Arginina	1.27	0.98	1.20	1.25
Isoleucina	1.00	1.00	1.12	1.03
Leucina	3.14	2.20	3.55	3.10
Valina	1.32	1.30	1.50	-
Histidina	0.75	0.66	0.76	0.74
Fenilalanina	1.35	1.20	1.47	-

\*\*Valores gentilmente determinados por laboratorio EVONIK, México.



**Cuadro 3. Coeficientes de digestibilidad en los DDGS de los aminoácidos empleados en las dietas experimentales y su comparación con otros autores**

<b>Aminoácidos</b>	<b>NIR**</b>	<b>Martínez.-Amezcu et. al. (2005)<sup>7</sup></b>	<b>Batal et. al. (2003)<sup>15</sup></b>
Metionina	96	88	89
Cistina	95	77	75
Lisina	97	72	75
Treonina	96	76	76
Triptófano	94	83	84
Arginina	96	86	84
Isoleucina	96	83	83
Leucina	96	90	89
Valina	96	82	-
Histidina	97	83	84
Fenilalanina	97	89	-

\*\*Valores gentilmente determinados por laboratorio EVONIK, México.

**Cuadro 4. Resultados a las 56 semanas de experimentación con dietas elaboradas a diferentes niveles de inclusión de DDGS**

<b>DDGS</b>	<b>Postura (%)*</b>	<b>Peso del huevo (g)*</b>	<b>Consumo de alimento (g)*</b>	<b>Masa de huevo (g)*</b>	<b>Conversión alimenticia*</b>
0%	95±0.63	60±0.45	107±0.61	57±0.52	1.87±.01
3%	95±0.97	60±0.26	105±0.60	57±0.48	1.84±.01
6%	95±0.98	60±0.52	106±0.48	57±0.84	1.87±.02
9%	92±1.70	60±0.17	105±0.88	55±0.99	1.90±.02

\*Promedios ± error estándar de la media.

**Cuadro 5. Resultados a los 56 días de experimentación para porcentaje huevo sucio y pigmentación de la yema**

<b>Tratamiento</b>	<b>Huevos sucios %</b>	<b>Pigmentación de la yema*</b>
1	0.4 ± 0.28	8.35 ± 0.17
2	0.5 ± 0.27	9.05 ± 0.17b
3	0.2 ± 0.18	9.10 ± 0.17b
4	0.6 ± 0.20	9.10 ± 0.17b

Promedios ± error estándar de la media.

\*Datos obtenidos mediante el colorímetro de yema DSM.