

# El uso de granos secos de destilería con solubles (DDGS) en dietas sorgo-soya para pollos de engorda y gallinas de postura

## Use of distillers dried grains with soluble (DDGS) on sorghum-soybean meal diets for broilers and laying hens

Arturo Cortes Cuevas<sup>a</sup>, César A. Esparza Carrillo<sup>b</sup>, Gonzalo Sanabria Elizalde<sup>a</sup>, Jorge Miguel Iriarte<sup>a</sup>, Manuel Ornelas Roa<sup>c</sup>, Ernesto Ávila González<sup>a</sup>

### RESUMEN

Para estudiar el comportamiento productivo en pollos y gallinas con dietas adicionadas con granos secos de destilería con solubles (DDGS), se realizaron dos experimentos. En el primero se emplearon 704 pollos Ross de 1 a 49 días de edad, distribuidos en cuatro tratamientos con ocho repeticiones de 22 pollos cada uno. Se empleó un diseño completamente al azar. Los tratamientos fueron: 1) dieta basal sorgo-soya, T2) como 1+7% DDGS, T3) como 1+14% de DDGS, T4) como 1+21% de DDGS. En el segundo experimento, se utilizaron 288 gallinas Bovans White de 35 semanas de edad, alojadas en jaulas durante 56 días de experimentación. Se usó un diseño completamente al azar de cuatro tratamientos con tres repeticiones de 12 gallinas cada una. Los tratamientos fueron: 1) dieta basal sorgo-soya, 2) como 1+3% DDGS, 3) como 1+6 % de DDGS, 4) como 1+9% de DDGS. Los resultados del Exp 1, indicaron que la adición del 7% de DDGS, no afectó el comportamiento productivo y de la canal ( $P>0.05$ ). Los resultados en el Exp 2, mostraron que el empleo de 3, 6 y 9 % de DDGS no afectó el comportamiento productivo ( $P>0.05$ ). Hubo un efecto benéfico ( $P<0.05$ ) en la pigmentación de la yema del huevo, siendo mayor en los tratamientos con DDGS. Con los resultados obtenidos en este estudio, se puede concluir que la adición de DDGS en dietas sorgo-soya de hasta el 7 % en pollos de engorda y hasta 9 % en gallinas de postura, es una fuente alternativa de proteína y energía.

**PALABRAS CLAVE:** Pollos de engorda, Gallinas de postura, Rendimiento productivo, Granos secos, Destilería, DDGS.

### ABSTRACT

In order to study the productive performance in broilers and hens fed DDGS, two experiments were conducted: In Exp 1, 704 Ross chicks were used from 1 to 49 d of age, divided in four treatments with eight replicates of 22 birds each one, in a completely randomized design. The treatments were: T1) sorghum-soybean meal basal diet, T2) as 1 +7% DDGS, T3) as 1 +14% DDGS, 4) as 1 +21% DDGS. In Exp 2, 288 hens Bovans White 35 wk of age were used, kept in cages for 56 d of experimentation. A completely randomized design with four treatments and three replicates of 12 hens each one was used. The treatments were: 1) sorghum-soybean meal basal diet, 2) as 1 +3% DDGS, 3) as 1 +6% DDGS, 4) as 1 +9% DDGS. The results in Exp 1, indicated ( $P>0.05$ ) that the addition of 7 % of GSDS, did not affect performance and carcass yield. The results in Exp 2 showed that the use of 3, 6 and 9 % of DDGS ( $P>0.05$ ) did not affect performance. There was a beneficial effect ( $P>0.05$ ) in the pigmentation of egg yolk, being higher in DDGS treatments. With the results obtained in this study, we conclude that the addition of DDGS in sorghum-soybean meal diets until 7 % in broilers and 9 % in laying hens is an alternative source of protein and energy.

**KEY WORDS:** Broiler chicks, Laying hens, Performance, Distillers grains, Solubles.

Recibido el 23 de junio de 2011. Aceptado el 24 de enero de 2012.

<sup>a</sup> Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. México.

<sup>b</sup> Comisión México Estados Unidos Para la Prevención de la Fiebre Aftosa y otras Enfermedades Exóticas de los Animales. SAGARPA-SENASICA-CPA.

<sup>c</sup> Malta Texo de México S.A. de C.V.

## INTRODUCCION

Los granos secos de destilería con solubles (DDGS por sus siglas en inglés), son un subproducto de la industria del etanol a partir de la fermentación de almidones de granos de cereales. El maíz es la principal fuente de almidones para la producción de etanol en los Estados Unidos<sup>(1)</sup>. Los DDGS como ingredientes en la alimentación de las aves, son una fuente considerable de proteína, aminoácidos, energía, fósforo y otros nutrientes, pero el principal problema de su empleo hace algunos años, era la gran variabilidad en el contenido y su calidad<sup>(2)</sup>. Más recientemente, DDGS de color dorado provenientes de nuevas plantas de etanol con un proceso adecuado de secado, tuvieron en promedio más proteína, grasa, calcio y fósforo; además de esto el precio y su disponibilidad hacen a los DDGS como ingredientes atractivos para su uso en la alimentación de las aves<sup>(3)</sup>.

La inclusión del 6 % de DDGS en dietas maíz-soya para pollos de engorda de 0 a 21 días de edad y del 12 al 15 % en pollos de 22 a 42 días de edad, no afectó el rendimiento productivo<sup>(4)</sup>. Loar *et al*<sup>(5)</sup>, encontraron una mejor respuesta productiva en pollos de engorda cuando incluyeron 8 % de DDGS, sin encontrar diferencias en el rendimiento de la canal. Otros autores han estudiado la inclusión de DDGS en dietas maíz-soya-canola y observaron que la adición de hasta 20 % de DDGS, no afecta los parámetros productivos<sup>(6)</sup>. Investigaciones realizadas por Wu- Haan *et al*<sup>(7)</sup>, encontraron que la adición de 10 y 20 % de DDGS no influyeron negativamente en el rendimiento productivo; además observaron que con la inclusión de 20 % de DDGS, disminuyó la emisión de gases contaminantes.

En otros estudios<sup>(2)</sup>, al adicionar 15 % de DDGS en dietas maíz-soya, indicaron que se afectó el porcentaje de postura, sin afectarse el peso del huevo, consumo de alimento y la eficiencia alimenticia.

Por otra parte, es importante señalar que la gran mayoría de los estudios realizados acerca del uso

## INTRODUCTION

Distillers dried grains with solubles (DDGS), are a coproduct from the manufacture of ethanol from the starch fermentation of cereal grains. Corn is the main source of starch for ethanol production in the United States<sup>(1)</sup>. DDGS as an ingredient in poultry feed are a significant source of protein, amino acids, energy, phosphorus and other nutrients, but the main problem of its employment for some years, was the great variability in the content and quality<sup>(2)</sup>. More recently, golden color DDGS from new ethanol plants with an adequate process of drying, had on average more protein, fat, calcium and phosphorus; in addition to that, the price and availability make DDGS an attractive ingredient for use in poultry feeding<sup>(3)</sup>.

The inclusion of 6 % DDGS in corn-soy diets for broilers from 0 to 21 d old and 12 to 15 % in chickens from 22 to 42 d of age did not affect productive performance<sup>(4)</sup>. Loar *et al*<sup>(5)</sup>, found a better growth performance in broilers when 8 % DDGS was included, without differences in carcass yield. Other authors have studied the inclusion of DDGS in corn-soybean meal-canola diets and found that the addition of up to 20 % DDGS, does not affect production parameters<sup>(6)</sup>. Research by Wu-Haan *et al*<sup>(7)</sup>, found that the addition of 10 and 20 % DDGS did not affect negatively the productivity performance; they also observed that the inclusion of 20 % DDGS, decreased greenhouse gas emissions. In other studies<sup>(2)</sup>, by adding 15 % DDGS in corn-soybean meal diets, egg laying rate was affected, without affecting egg weight, feed intake and feed efficiency.

It is important to note that the vast majority of studies on the use of DDGS in diets for broilers and laying hens have been investigated with corn-soybean meal base-diets, when in Mexico most of the poultry companies formulate diets based on sorghum-soybean meal. The latter leads to further investigate with these ingredients to generate information that allows the nutritionist to formulate low-cost diets.

de DDGS en dietas para pollos de engorda y gallinas de postura han sido investigados con base a dietas maíz-pasta de soya, cuando en México gran parte de las empresas avícolas, formulan dietas con base a sorgo-pasta de soya. Esto último induce a seguir investigando al respecto para generar información que permita al nutriólogo formular dietas que reduzcan su costo.

Con estos antecedentes, se planteó el presente estudio con la finalidad de evaluar la adición de diferentes niveles de DDGS, en dietas a base de sorgo-soya para pollos de engorda y gallinas de postura, su efecto en el comportamiento productivo, rendimiento de la canal y pigmentación de la yema de huevo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (CEIEPAv.) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, a 2,300 m, 19°15' N y 99° 02' 30" O, clima templado sub-húmedo (Cw); enero es el mes más frío y mayo el más caluroso, la temperatura promedio anual de 16 °C y precipitación pluvial anual media de 747 mm<sup>(8)</sup>.

Previo a la formulación de las dietas experimentales para pollos y gallinas, se tomaron muestras de DDGS para determinarles aminoácidos esenciales totales y digestibles mediante NIR (Near Infrared Spectroscopy por sus siglas en inglés) (Cuadro 1).

En el Exp 1, se utilizaron 704 pollos Ross de 1 a 49 días de edad, distribuidos en cuatro tratamientos con ocho repeticiones de 22 pollos cada una: T1) dieta basal sorgo-soya, T2) como 1+7% DDGS, T3) como 1+14% de DDGS, 4) como 1+21% de DDGS. Se emplearon dietas basales sorgo-soya, a las cuales se le adicionaron los diferentes porcentajes de DDGS durante la etapa de iniciación (1-21 días), crecimiento (22-35 días) y finalización (36-49 días), las dietas experimentales se pueden apreciar en el Cuadro 2, las cuales cumplieron con

With this background, the study was performed to evaluate the addition of different levels of DDGS in sorghum-soybean meal basal diets for broilers and laying hens, their effect on growth performance, carcass yield and egg yolk pigmentation.

## MATERIALS AND METHODS

The research was conducted at the Center for Teaching, Research and Extension in Poultry Production (CEIEPAv.), Faculty of Veterinary Medicine of the National University of Mexico, at 2,300 m, 19° 15' N and 99° 02' 30" W, sub-humid temperate climate (Cw), January is the coldest month and May the warmest, average annual temperature of 16 °C and average annual rainfall of 747 mm<sup>(8)</sup>.

Prior to the formulation of the experimental diets, DDGS samples were taken for total and digestible determination of essential amino acids by Near Infrared Spectroscopy (NIR) (Table 1).

Cuadro 1. Resultados del contenido de aminoácidos en los DDGS empleados en las dietas experimentales mediante NIR

Table 1. Amino acids contents in the distillers dried grains with solubles (DDGS) used in the experimental diets evaluated by Near Infrared Spectroscopy

Amino acids*	Percentage**
Methionine	0.54
Cystine	0.51
Lysine	0.81
Threonine	0.96
Tryptophan	0.21
Arginine	1.26
Isoleucine	0.98
Leucine	2.90
Valine	1.30
Histidine	0.72
Phenylalanine	1.26

\*Evaluated sample with 27.48 % protein and 91 % dry matter.

\*\* Data from two different ethanol plants.

las necesidades nutrimentales de acuerdo a lo señalado por Cuca *et al*<sup>(9)</sup>.

Se llevaron registros semanales de ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y porcentaje de mortalidad. Al final del estudio, se seleccionaron 14 aves de cada tratamiento (7 machos y 7 hembras), se sometieron a 6 h de ayuno y posteriormente fueron procesadas en un rastro

In Exp 1, 704 Ross broilers 1 to 49 d old were distributed in four treatments with eight replications of 22 chicks each: T1) sorghum-soybean meal basal diet, T2) as 1 + 7% DDGS, T3) as 1 + 14% DDGS, 4) as 1 + 21% DDGS. Sorghum-soybean meal base diets were used to which different DDGS percentages were added in the starting (1-21 d), grower (22-35 d) and finishing phase (36-49 d). The experimental diets can be seen in Table 2,

Cuadro 2. Composición de las dietas experimentales empleadas para pollo de engorda con diferentes cantidades de DDGS en tres etapas de alimentación

Table 2. Broiler diets composition with different DDGS proportions in three feeding periods

DDGS, %	Starting (0 to 21 d)				Grower (22 to 35 d)				Finishing (36 to 49 d)			
	0	7	14	21	0	7	14	21	0	7	14	21
Sorghum	544.474	528.373	512.269	490.732	589.778	574.159	558.539	542.920	629.162	613.350	597.536	581.724
Soybean meal	368.352	328.753	289.155	250.494	318.511	278.829	239.147	199.465	269.69	230.042	95.197	150.744
DDGS	—	70.000	140.000	210.000	—	70.000	140.000	210.000	—	70.000	140.000	210.000
Vegetable oil	39.885	25.086	10.289	—	48.141	33.186	18.230	3.275	53.78	38.888	23.996	9.102
Orthofosfate	18.586	17.794	17.003	16.226	16.410	15.617	14.824	14.031	15.226	14.434	13.642	12.848
Calcium carbonate	15.344	15.947	16.554	17.153	13.935	14.541	15.147	15.752	13.394	13.998	14.604	15.210
Salt	4.343	4.167	3.992	3.818	4.616	4.441	4.266	4.090	5.152	4.976	4.800	4.626
DL-Methionine 99%	3.033	2.901	2.766	2.633	2.364	2.187	2.010	1.834	2.406	2.230	2.052	1.876
HCL L-Lysine	1.899	2.712	3.525	4.318	1.515	2.311	3.107	3.904	2.128	2.922	3.718	4.514
Pigment	—	—	—	—	1.330	1.330	1.330	1.330	5.330	5.330	5.330	5.330
MInerals**	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
Vitamins*	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Coline chloride 60%	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Cocciostat	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
Bacitracin	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300
L-Threonine	0.235	0.414	0.598	0.777	—	—	—	—	0.382	0.480	0.578	0.676
Antioxidant	0.050	0.050	0.050	0.050	0.100	0.100	0.100	0.100	0.050	0.050	0.050	0.050
TOTAL	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
Nutrients	Calculated analysis											
Protein, %	22.00	22.00	22.00	22.00	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	18.00	18.00	18.00
Methionine, %	0.632	0.530	0.626	0.622	0.539	0.531	0.524	0.516	0.516	0.508	0.501	0.493
Met+Cyst, %	0.970	0.974	0.978	0.982	0.850	0.850	0.850	0.850	0.800	0.800	0.800	0.800
Lysine, %	1.350	1.351	1.353	1.355	1.180	1.180	1.180	1.180	1.090	1.090	1.090	1.090
Threonine, %	0.870	0.870	0.887	0.895	0.764	0.755	0.745	0.736	0.720	0.720	0.720	0.720
Calcium, %	1.000	1.000	1.000	1.000	0.900	0.900	0.900	0.900	0.850	0.850	0.850	0.850
Phosphorus (Avail), %	0.500	0.500	0.500	0.500	0.450	0.450	0.450	0.450	0.420	0.420	0.420	0.420
ME, Kcal/kg	3040	3040	3040	3040	3140	3140	3140	3140	3200	3200	3200	3200

\* Vit A, 3'000,000 UI; Vit D<sub>3</sub>, 750,000 UI; Vit E, 6,000 UI; Vit K<sub>3</sub>, 1.0 g; Riboflavin, 4 g; B<sub>12</sub>, 0.060 g; Piridoxin, 3.0 g; Calcium pantothenate, 13.0 g; Niacin, 25 g; Biotin, 0.063 g; Colin chloride, 250 g.

\*\* Se, 0.2 g; Co, 0.1 g; Y, 0.3 g; Cu, 10 g; Zinc, 50 g; Fe, 100 g; Mn, 100 g.

comercial. Las aves se pesaron antes del sacrificio y las canales se pesaron sin cabeza, vísceras y patas. Además se pesó la pechuga con hueso, así como la pierna y muslo para calcular el rendimiento en canal, pechuga y pierna con muslo.

En el Exp 2, se utilizaron 288 gallinas Bovans White de 35 semanas de edad, alojadas en jaulas durante 56 días de experimentación. Se empleó un diseño completamente al azar de cuatro tratamientos

which met the nutritional needs according to Cuca *et al*<sup>(9)</sup>.

Weight gain, feed intake, feed conversion and mortality percentage were weekly recorded. At the end of the study, 14 birds from each treatment were selected (7 males and 7 females), and subjected to 6 h of fasting and later processed in a commercial slaughterhouse. The birds were weighted before slaughter and carcasses were weighted without the

Cuadro 3. Composición de las dietas experimentales para gallinas de postura en 56 días de experimentación

Table 3. Diet composition for laying hens in 56 d of experimentation

	Kilograms/Ton			
	Tx1 (0% DDGS)	Tx2 (3% DDGS)	Tx3 (6% DDGS)	Tx4 (9% DDGS)
Sorghum	605.534	590.955	576.163	535.769
Soybean meal	241.810	227.834	214.053	223.663
DDGS	—	30.00	60.00	90.00
Vegetable oil	21.665	20.271	18.906	21.016
Calcium carbonate	105.139	105.285	105.432	105.532
Orthophosphate	11.197	10.820	10.442	9.959
Salt	4.652	4.578	4.503	4.423
Vitamins and Minerals*	2.500	2.500	2.500	2.500
Alimet	2.113	2.045	1.975	1.676
Secuestrant	2.000	2.000	2.000	2.000
Yellow pigment	1.000	1.000	1.000	1.000
Red pigment	0.800	0.800	0.800	0.800
HCL L-Lysine	0.589	0.862	1.128	0.663
Coline chloride	0.500	0.500	0.500	0.500
Bacitracin	0.300	0.300	0.300	0.300
Antioxidant	0.100	0.100	0.100	0.100
Fitase	0.100	0.100	0.100	0.100
L-Threonine	—	0.050	0.098	—
Calculated analysis				
ME, Kcal/kg	2,750	2,750	2,750	2,750
Crude protein, %	17.00	17.00	17.00	17.90
Total calcium, %	4.100	4.100	4.100	4.100
Sodium, %	0.190	0.190	0.190	0.190
Phosphorus (Avail)	0.440	0.440	0.440	0.440
Met+Cyst Dig, %	0.629	0.629	0.629	0.629
Lysine Dig, %	0.796	0.796	0.796	0.796
Threonine Dig, %	0.545	0.545	0.545	0.563

\*Vit A, 3'500,000 IU; Vit D<sub>3</sub>, 1'300,000 IU; Vit E, 3,200 IU; Vit K<sub>3</sub>, 2.0 g; Vit B<sub>1</sub>, 2.25 g, Vit B<sub>2</sub>, 7.5 g; B<sub>12</sub>, 20 mg; Piridoxine, 3.5 g; Calcium pantotenate, 12.5 g; Niacine, 45 g; Biotine, 125 mg; Coline chloride, 250 g; Folic acid, 1.5 g; Per kilogram: Se, 200 mg; Co, 0.20 g; I, 0.30 g; Cu, 12 g; Zinc, 50 g; Fe, 50 g; Mg, 110 g.

con seis repeticiones de 12 gallinas cada uno. Los tratamientos fueron: 1) dieta basal sorgo-soya, 2) como 1+3% DDGS, 3) como 1+6 % de DDGS, 4) como 1+9% de DDGS.

Las dietas experimentales se pueden ver en el Cuadro 3, las cuales cumplieron con las necesidades nutrimentales de acuerdo a lo señalado por Cuca *et al*<sup>(9)</sup>.

Semanalmente se registraron el porcentaje de postura, peso promedio del huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia, masa de huevo y porcentaje de huevo sucio. Al final del estudio, se midió la pigmentación de la yema de huevo con el aparato automático SSQ<sup>®</sup> el cual, mide la coloración de la yema en base al abanico de DSM.

En ambos experimentos la alimentación y el agua se ofrecieron a libre acceso. A las variables en estudio de los dos experimentos, se les hizo un análisis de varianza conforme a un diseño completamente al azar y para el caso de la variables productivas se les hizo un análisis de regresión lineal a una significancia de  $P<0.05$ . Los resultados que presentaron diferencias significativas se les hizo una comparación de medias mediante la prueba de Tukey y se consideró una significancia de  $P<0.05$ , empleando el paquete estadístico SPSS ver. 17<sup>(10)</sup>.

Cuadro 4. Resultados promedio de las variables a los 49 días de experimentación

Table 4. Mean results of variables at 49 d of experimentation

GDGS (%)	Weight gain (g)*	Feed intake (g)*	Feed conversion (kg/kg)**	Mortality (%) ***
0	2940 <sup>a</sup>	5536 <sup>a</sup>	1.89 <sup>a</sup>	7.73
7	2929 <sup>a</sup>	5574 <sup>a</sup>	1.90 <sup>a</sup>	5.95
14	2860 <sup>b</sup>	5720 <sup>b</sup>	2.01 <sup>ab</sup>	7.14
21	2844 <sup>b</sup>	5763 <sup>b</sup>	2.03 <sup>b</sup>	8.33

\* Values with different superscript are different ( $P<0.05$ ).

\*\* Values with different superscript are different ( $P<0.01$ ).

\*\*\* ( $P>0.05$ ).

head, viscera and legs. It was also weighted breast bone, and the leg and thigh to calculate carcass yield, breast and leg with thigh.

In Exp 2, 288 Bovans White laying hens 35-wk old were used, and kept in cages for 56 d of experimentation. It was used a completely randomized design of four treatments with six replicates of 12 laying hens each. The treatments were: 1) sorghum-soybean meal basal diet, 2) as 1 + 3% DDGS, 3) as 1 + 6% DDGS, 4) as 1 + 9% DDGS. Experimental diets can be seen in Table 3, which met the nutritional needs according to Cuca *et al*<sup>(9)</sup>.

Egg production, average egg weight, feed intake, feed conversion, egg mass and percentage of dirty eggs were weekly recorded. Egg yolk pigmentation was measured at the end of the study, with the SSQ<sup>®</sup> automated device, which measures the color of the yolk based on the DSM fan.

Feed and water were provided *ad libitum* in both experiments. The variables in the two experiments were analyzed by variance according to a completely randomized design. In the case of the production variables a linear regression analysis was performed with a significance of  $P<0.05$ . Mean differences with significant results were compared by Tukey test ( $P<0.05$ ), using the SPSS version 17 statistical package<sup>(10)</sup>.

## RESULTS

### Experiment 1

The results of the production variables in 7 wk of the experiment are shown in Table 4. The weight gain, feed intake and feed conversion were different ( $P<0.05$ ) among treatments. There was a quadratic effect in weight gain, as shown in the following equation:  $Y = 2942 + 0.4018x - 0.4222x^2$ . This explains why the weight gain decreased since the inclusion of 14 % DDGS. Treatments 3 and 4 presented 2.72 and 3.26 % lower weight gain compared to treatments 1 and 2. Feed intake treatments were similar ( $P<0.07$ ), with quadratic effect expressed in the following equation:  $Y =$

**RESULTADOS**

Experimento 1. Los resultados de las variables productivas en siete semanas de experimentación se muestran en el Cuadro 4. La ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia fueron diferentes ( $P<0.05$ ) entre tratamientos. En ganancia de peso, existió un efecto cuadrático, tal como se señala en la siguiente ecuación:  $Y= 2942 + 0.4018x - 0.4222x^2$ , lo que explica que la ganancia de peso disminuyó con la inclusión de DDGS a partir del 14 %. Los tratamientos 3 y 4, tuvieron 2.72 y 3.26 % menor ganancia de peso respecto a los tratamientos 1 y 2. En el consumo de alimento hubo diferencia significativa ( $P<0.07$ ) entre tratamientos, con efecto cuadrático expresada en la siguiente ecuación:  $Y=5525.94+11.1527x +0.0313x^2$ , en la cual se explica que existió menor consumo de alimento en los tratamientos con 0 y 7 % de inclusión de DDGS y a partir del tratamiento con 14 % de inclusión, existió mayor consumo de alimento.

Cuadro 5. Rendimiento de la canal, pechuga y pierna y muslo (%)

Table 5. Carcass yield, breast and leg and thigh (%)

GDGS (%)	Carcass yield	Breast	Leg and thigh
0	71.1	26.3	11.0
7	70.2	25.6	11.1
14	70.5	26.0	11.1
21	70.1	25.5	11.0

( $P>0.05$ ).

$5525.94 + 11.1527 x + 0.0313 x^2$ , which explains why there was less feed intake in treatments with 0 and 7% DDGS inclusion and since treatment with 14% inclusion, feed intake increased.

For the variable feed conversion, the results showed differences between treatments ( $P<0.01$ ) with linear and quadratic effects represented by the following equation:  $Y = 1.8806 + 0.0034 x + 0.0003x^2$ , which indicates that from treatment with 14 % DDGS showed a detrimental effect on feed conversion.

The mortality percentage was similar ( $P>0.05$ ) among treatments, and the values within the normal range.

The results obtained from the carcass (rotisserie type), the breast with bone and leg and thigh performance are shown in Table 5. There was no difference ( $P>0.05$ ) among treatments for each of the variables studied. Although live weights for treatments with 0 and 7% DDGS were statistically better for treatments with 14 and 21% DDGS; no difference was observed among treatments when carcass and its parts were measured.

*Experiment 2*

The results obtained in 56 d of experimentation with laying hens for egg production, average egg weight, feed intake, egg mass and feed conversion can be seen in Table 6. These values indicated that all variables were similar among treatments.

The results of dirty eggs percentage and yolk coloration are shown in Table 7. Dirty eggs

Cuadro 6. Resultados a las 56 días de experimentación con dietas sorgo-soya e inclusión de DDGS

Table 6. Productive performance at 56 d of experimentation with sorghum-soybean meal diets added DDGS

DDGS (%)	Egg production (%)	Egg weight (g)	Feed intake (g)	Egg mass (g)	Feed conversion
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

Para la variable conversión alimenticia, los resultados obtenidos mostraron diferencias entre tratamientos ( $P < 0.01$ ) con efecto lineal y cuadrático representado con la siguiente ecuación:  $Y = 1.8806 + 0.0034x + 0.0003x^2$ , la cual indica que, a partir del tratamiento con 14 % de DDGS se presentó un efecto detrimental en la conversión alimenticia.

El porcentaje de mortalidad, fue similar ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos, datos que se encuentran dentro de los parámetros normales de mortalidad.

Los resultados obtenidos del rendimiento de la canal (tipo roscero), rendimiento de la pechuga con hueso y rendimiento de pierna con muslo, se muestran en el Cuadro 5. Se puede apreciar que no existió diferencia ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos para cada una de las variables estudiadas. A pesar de que los pesos en vivo para los tratamientos con 0 y 7 % de DDGS, fueron mejores estadísticamente respecto a los tratamientos con 14 y 21 % de DDGS, no se pudo observar diferencia entre tratamientos cuando se midieron los diferentes parámetros de rendimiento de la canal y sus partes.

Experimento 2. Los resultados obtenidos en 56 días de experimentación con gallinas para porcentaje de postura, peso promedio del huevo, consumo de alimento, masa de huevo y conversión alimenticia se pueden observar en el Cuadro 6. Estos resultados indicaron que con la inclusión de 0, 3, 6 y 9 % de DDGS, no existieron diferencias ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos para las variables señaladas.

Los resultados de porcentaje de huevos sucios y coloración de la yema se pueden apreciar en el Cuadro 7. Estos resultados indicaron que no hubo diferencia ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos en el porcentaje de huevos sucios; sin embargo, hubo una mayor pigmentación en los tratamientos con 3, 6 y 9 % de DDGS respecto al tratamiento testigo ( $P < 0.05$ ).

## DISCUSIÓN

Los resultados del contenido de proteína y aminoácidos realizados a los DDGS utilizados en el experimento fueron similares a los comparados

Cuadro 7. Resultados a los 56 días de experimentación para huevo sucio y pigmentación de la yema\*

Table 7. Percentage of dirty eggs and egg yolk pigmentation at 56 d of experimentation\*

DDGS (%)	Dirty eggs %	Yolk pigmentation
0	0.4±0.28 a	8.35±0.17 a
3	0.5±0.27 a	9.05±0.17 b
6	0.2±0.18 a	9.10±0.17 b
9	0.6±0.20 a	9.10±0.17 b

\* Mean ± standard error.

ab Values with different superscript differ ( $P < 0.05$ ).

percentages were similar ( $P > 0.05$ ) among treatments, but there were differences ( $P < 0.05$ ) with increased pigmentation in treatments 3, 6 and 9% DDGS vs control.

## DISCUSSION

Content of protein and amino acids from DDGS used in the experiment were similar to those recently reported by other authors, with small variation in the content of certain amino acids<sup>(11,12,13)</sup>. The values for most amino acids are similar to those reported by Martinez *et al.*<sup>(11)</sup> and Batal *et al.*<sup>(14)</sup>, who analyzed several samples from different plants located in the United States. However, threonine and arginine were below values the observed by these authors. In the case of threonine values were lower (5 %) and arginine 13 % less to those reported by Martinez *et al.*<sup>(11)</sup> and 11 % less than that indicated by Batal *et al.*<sup>(14)</sup>.

Data from the experiment with broilers, for weight gain, feed intake and feed conversion were affected in treatments with 14 and 21% DDGS; this data were consistent with those obtained in other studies<sup>(4)</sup>, where they found a decrease in weight gain in chicks fed corn-soybean meal diets with 12 and 18% DDGS inclusion during the starting phase. When these researchers included 18%, the chicks gain 6.56 % less weight compared to control treatment, whereas in the present study the decrease was 8.68 %.

recientemente por otros autores, con pocas variaciones en el contenido de algunos aminoácidos<sup>(11-13)</sup>. Los valores para la mayoría de los aminoácidos son similares a los señalados por Martínez *et al*<sup>(11)</sup> y Batal *et al*<sup>(14)</sup>, quienes analizaron varias muestras de diferentes plantas localizadas en Estados Unidos. Sin embargo, para los aminoácidos treonina y arginina estuvieron por debajo a lo señalado por dichos autores. En el caso de treonina se obtuvieron valores más bajos (5 %) y para arginina 13 % menos a lo señalado por Martínez *et al*<sup>(11)</sup> y 11 % menos de lo que indican Batal *et al*<sup>(14)</sup>.

Los datos obtenidos del experimento con pollos, para ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia se vieron afectados en los tratamientos con 14 y 21 % de DDGS; datos que concuerdan con los obtenidos en otras investigaciones<sup>(4)</sup>, donde se encontrará una disminución en la ganancia de peso en pollos alimentados con dietas maíz-soya con 12 y 18 % de inclusión de DDGS durante el periodo de iniciación. Estos investigadores al incluir 18 %, los pollos tuvieron 6.56 % menos de ganancia de peso respecto al tratamiento testigo, cuando en el presente estudio se obtuvo 8.68 % menos.

Waldroup *et al*<sup>(13)</sup> encontraron resultados similares a los que se obtuvieron en la etapa de iniciación, en donde los pollos con una dieta que contenía el nivel más alto de DDGS (25 %) ganaron menos peso respecto al tratamiento testigo con 0 %. De igual manera, la peor conversión se observó en el tratamiento con 20 % de inclusión.

El efecto negativo observado en este estudio sobre el crecimiento y conversión alimenticia fue cuando DDGS se adicionó por arriba del 7 %; esto pudo ser debido a que la inclusión elevada de DDGS reemplaza de manera importante a la pasta de soya, y puede inducir a un desbalance de aminoácidos esenciales en la formulación; ya que la pasta de soya tiene un mejor perfil de aminoácidos comparados con los DDGS, razón por la cual el pollo pudo haber sido afectado en su crecimiento, y por ende el aumento en la conversión alimenticia, tal como lo mencionan en la literatura<sup>(4)</sup>.

Waldroup *et al*<sup>(13)</sup> obtained similar results to those obtained in the starting phase, where the chicks with a diet containing the highest level of DDGS (25 %) gained less weight compared to control. Similarly, the worst feed conversion was observed in the treatment with the inclusion of 20 %.

The negative effect observed in this study on growth and feed conversion when DDGS was added above 7 %, could be because the high inclusion of DDGS significantly replace soybean meal, and can induce an imbalance of essential amino acids in the formulation, since soybean meal has a better amino acid profile compared to DDGS, which is why chicken may have been affected in their growth, and hence the increase in feed conversion, as mentioned in the literature<sup>(4)</sup>.

The fiber contained in DDGS is another important factor to consider, because by adding percentages above 21 % in diets cause a decrease on productive performance<sup>(11)</sup>.

The results of carcass and its parts were similar among treatments. However, it does indeed exist in the live weight at different levels of inclusion; probably because they had greater weight of viscera over lean meat produced. These data cannot be compared with other authors like Corzo *et al*<sup>(15)</sup>, who studied composition and its effect on lipid oxidation of meat, because they do not report data on meat yield. So it is important to generate information in order to evaluate its potential impact on meat yield.

In Exp 2, the results of performance parameters were similar to data obtained by other researchers<sup>(7,16,17)</sup>. Robertson *et al*<sup>(16)</sup> after performing two experiments in Hy-Line W-36, concluded that the inclusion of 15% DDGS had no negative effects on productive performance, and suggest not to use higher levels. In another study<sup>(3)</sup>, it was observed that 15% DDGS inclusion did not affect most of the productive performance analyzed.

However, in other studies<sup>(2)</sup> it has been observed the adverse effects with the use of 15% DDGS; they found a significant reduction ( $P<0.05$ ) in the posture in birds. These authors suggest a maximum

La fibra contenida en los DDGS, es otro factor importante a considerar, ya que cuando se agregan porcentajes superiores al 21 % en las dietas, ocasionan una disminución en la respuesta productiva<sup>(11)</sup>.

En cuanto a los resultados obtenidos en rendimiento de la canal y sus piezas, no se encontraron diferencias entre tratamientos. Sin embargo, sí existió efecto en el peso vivo en los diferentes niveles de inclusión; este efecto probablemente pudo ser debido a que se tuvo mayor peso de vísceras respecto a la carne magra producida. Estos datos obtenidos, no pueden ser comparados con otros autores como el de Corzo *et al.*<sup>(15)</sup>, quienes estudiaron la composición lipídica y su efecto en la oxidación de la carne, pero no reportan datos sobre el rendimiento cárnico. Por lo que es importante generar información, con la finalidad de ver su posible impacto en el rendimiento cárnico.

En el Exp 2, los resultados obtenidos de parámetros productivos en el presente estudio, fueron similares a los datos obtenidos por otros investigadores<sup>(7,16,17)</sup>. Robertson *et al.*<sup>(16)</sup> después de realizar dos experimentos en gallinas Hy-Line W-36, concluyeron que la inclusión del 15 % de DDGS, no tuvo efectos negativos en los parámetros productivos, y sugieren no utilizar niveles mayores. En otro trabajo<sup>(3)</sup>, se observó que 15 % de inclusión de DDGS no repercute en la mayoría de los parámetros productivos analizados.

Sin embargo, en otros estudios<sup>(2)</sup> han observado efectos negativos con el empleo del 15 % de DDGS, mencionando una reducción significativa ( $P < 0.05$ ) en la postura en las aves. Estos autores sugieren una inclusión máxima de 10 a 12 %; lo que coincide en parte con los datos obtenidos en la presente investigación, en donde el empleo de 3, 6 y 9 % de DDGS no afectó las variables productivas. En controversia, Robertson *et al.*<sup>(16)</sup> indicaron que el 15 % de DDGS en la dieta, no afectó los parámetros productivos en las gallinas de postura; sin embargo, sugieren que se utilicen niveles inferiores a éste.

El porcentaje de huevos sucios entre tratamientos fue similar ( $P > 0.05$ ), lo que indica que el uso de

inclusión de 10 to 12 %, coinciding with the data obtained in this investigation, where the use of 3, 6 and 9% DDGS did not affect the production variables. In controversy, Robertson *et al.*<sup>(16)</sup> indicated that 15% DDGS in the diet did not affect productive performance in laying hens, however, suggest that lower levels should be use to.

The percentage of dirty eggs was similar among treatments ( $P > 0.05$ ), indicating that the use of DDGS in low inclusions in diets does not increase the production of dirty eggs, as mentioned in the literature by using high percentages in the diet<sup>(17)</sup>.

In this study, data for pigmentation in DDGS treatments were better, because of the amount of xanthophylls that DDGS contain<sup>(3)</sup>. These results agree with other authors, who report that the inclusion of DDGS in the diet for laying hens increases the color of egg yolk<sup>(3,16)</sup>.

On the other hand, the use of DDGS as a conventional ingredient in poultry diets, continue to increase due to increasing high prices of protein sources such as soybean meal, which makes the diet more expensive; then DDGS will replace more often such protein sources<sup>(7)</sup>.

## CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS

With the results obtained in this study, we conclude that the addition of 7% DDGS in sorghum-soybean meal diets for broiler does not affect productive performance, carcass yield, breast and leg with thigh. On the other hand, the inclusion of DDGS up to 9% in sorghum-soybean meal diets for Bovans White laying hens did not affect productive performance and improved pigmentation of egg yolk.

*End of english version*

---

DDGS a bajas inclusiones en las dietas no aumenta la producción de huevos sucios, como se menciona en la literatura al emplear altos porcentajes en la dieta<sup>(17)</sup>.

En esta investigación, los datos de pigmentación fueron mejores para los tratamientos con DDGS, debido a la cantidad de xantofilas que aportan los DDGS<sup>(3)</sup>. Estos resultados coinciden con otros autores, quienes informan que la inclusión de DDGS, incrementa la coloración de la yema del huevo<sup>(3,16)</sup>.

El empleo de los DDGS como ingrediente convencional en dietas para aves, seguirá incrementándose debido a los altos precios cada vez mayores de las fuentes de proteína tales como la pasta de soya, la cual hace que las dietas sean más costosas; debido a esto, los DDGS reemplazarán cada vez más a dichas fuentes de proteína<sup>(7)</sup>.

## CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Con los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede concluir que la adición de 7 % de DDGS en dietas sorgo-soya para pollos de engorda no afecta el comportamiento productivo, el rendimiento de la canal, pechuga y pierna con muslo. Por otro lado, la inclusión de DDGS de hasta 9 % en dietas sorgo-soya para gallinas de postura Bovans White, no afectó el rendimiento productivo y mejoró la pigmentación de la yema del huevo.

## LITERATURA CITADA

- Loar RE, Schilling MW, McDaniel CD, Rogers SF, Karges K, Corzo A. Effect of dietary inclusion level of distillers dried grains with soluble on layer performance, egg characteristics, and consumer acceptability. *J Appl Poult Res* 2010;19:30-37.
- Lumpkins B, Batal A, Dale N. Use of distillers dried grains plus soluble in laying hen diets. *J Appl Poult Res* 2005;14:25-31.
- Swiatkiewicz S, Kolreleski J. The use of distillers dried grains with soluble (DDGS) in poultry nutrition. *World's Poult Sci Assoc* 2008;64:257-264.
- Lumpkins BS, Batal AB, Dale NM. Evaluation of distillers grains with soluble as a feed ingredient for broilers. *Poult Sci* 2004;83:1891-1896.
- Loar RE, Srinivasan R, Kidd MT, Dozier WA, Corzo A. Effects of elutriation and sieving processing (Elusieve) of distillers dried grains with soluble on the performance and carcass characteristics of male broilers. *J Appl Poult Res* 2009;18:494-500.
- Min YN, Hancock A, Yan F Lu C, Coto C, Karimi A, Park JH, Liu FZ, Waldroup PW. Use of combination of canola meal and distillers dried grains with soluble in broiler starter diets. *J Appl Poult Res* 2009;18:725-733.
- Wu-Haan W, Powers W, Angel R, Applegate TJ. The use of distillers dried grains plus soluble as a feed ingredient on air emissions and performance from laying hens. *Poult Sci* 2010;89:1355-1359.
- INEGI. Tláhuac: Cuaderno de información básica delegacional. INEGI, México 1992.
- Cuca GM, Ávila GE, Pro MA. Alimentación de las Aves. 8ª ed. Chapingo, Estado de México, México: Universidad Autónoma de Chapingo; 1996.
- SPSS Inc. SPSS for Windows Version 17.0, 2009.
- Martínez AC. Nutritional evaluation of DDGS for poultry [PhD thesis]. Urbana-Champaign (Illinois), USA: University of Illinois; 2005.
- Wright KN. Nutritional properties and feeding value of corn and its by-products. *Corn. Chemistry and technology*. Stanley A. Watson R, Paul E. American Association of Cereal Chemist. 1987.
- Waldroup PW, Owen JA, Ramsey BE, Welchel DL. The use of high levels of distillers dried grains plus soluble in broiler diets. *Poult Sci* 1981;60:1479-1484.
- Dale N, Batal A. Nutritional value of distillers dried grains and solubles for poultry. 19th Annual Carolina Nutrition Conf. Research Triangle Park (NC) EUA. 2003.
- Corzo A, Schilling MW, Loar RE, Jackson V, Kin S. The effects of feeding distillers dried grains with soluble on broiler meat quality. *Poult Sci* 2009;88:432-439.
- 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.
- Swiatkiewicz S, Koreleski J. Effect of maize distillers dried grains with solubles and dietary enzyme supplementation on the performance of laying hens. *J Anim Feed Sci* 2006;15:253-260.