



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EL USO DE GRANOS SECOS DE DESTILERÍA CON SOLUBLES EN EL
POLLO DE ENGORDA, SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS**

T E S I S

QUE PRESENTA

JUAN CARLOS CUELLAR CAMPOS

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

ASESOR

Dr. José Arce Menocal (UMSNH)

CO-ASESORES

Dr. Ernesto Ávila González (UNAM)

Dr. Carlos López Coello (UNAM)

MVZ. Luis Garibay Torres (UMSNH)

Morelia, Michoacán Septiembre de 2009



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EL USO DE GRANOS SECOS DE DESTILERÍA CON SOLUBLES EN EL
POLLO DE ENGORDA, SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS**

T E S I S

QUE PRESENTA

JUAN CARLOS CUELLAR CAMPOS

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

Morelia, Michoacán Septiembre de 2009

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme otorgado el más preciado de los dones que es el don de la vida. Le agradezco también el guiarme por el camino indicado para salir siempre adelante. Y por enseñarme que no hay límites en la vida.

Este trabajo se lo dedico a mis padres por brindarme su confianza e infinito apoyo en todos y cada uno de los momentos de mi vida. Les agradezco por demostrarme que día con día con esfuerzo, responsabilidad y dedicación se pueden alcanzar muchas metas y objetivos deseados. Les estaré eternamente agradecido por otorgarme el más valioso de los legados que es el estudio.

A mis hermanos que me dedicaron tiempo para motivarme y aconsejarme. Les agradezco su gran apoyo que me impulsó a lograr un mejor desempeño y continuar creciendo tanto personal como profesionalmente.

A mi asesor y co-asesores por ser amigos, guías y por brindarme su apoyo, dedicación y vacación para la finalización de ésta tesis.

Y a mis maestros por ser amigos, mentores y sobre todo grandes pilares en mi formación durante el transcurso de la carrera.

ÍNDICE

Componente	Página
Resumen	
1. INTRODUCCIÓN	1
2. QUE SON LOS GRANOS SECOS DE DESTILERÍA CON SOLUBLES	3
2.1. Proceso de obtención	4
2.2. Factores de riesgo	4
2.2.1. Micotoxinas	4
2.3. Trabajos realizados en aves	5
2.3.1. Niveles de Inclusión	7
2.4. Trabajos realizados en gallinas productoras de huevo	8
3. HIPÓTESIS	9
4. OBJETIVOS	9
5. MATERIALES Y MÉTODOS	9
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
7. CONCLUSIÓN	12
8. LITERATURA CITADA	13
Cuadro 1. Composición de la dieta en pollos de engorda sin DDG's	16
Cuadro 2. Composición de la dieta en pollos de engorda con DDG's	17
Cuadro 3. Evolución del peso corporal del pollo de engorda	18
Cuadro 4. Evolución del consumo de alimento acumulado en pollo de engorda	18
Cuadro 5. Evolución de la conversión de alimento ajustada en pollo de engorda	19
Cuadro 6. Evolución de la mortalidad general en pollo de engorda	19
Cuadro 7. Valores de Pigmentación en piel en pollo de engorda a los 49 Días de edad	20
Cuadro 8. Costos de producción por kilogramo de carne producidos por concepto de alimento y ave a los 49 días de edad	20

Resumen

Se evaluó el uso de los granos secos de destilería con solubles (DDGs), en un 7 % en las dietas del pollo de engorda, sobre los parámetros productivos, mortalidad y costo por kilogramo de carne producido. Se utilizaron 2800 pollitos mixtos de 1 día de edad de la estirpe Ross, los cuales se mantuvieron en producción hasta los 49 días de edad. Se distribuyeron mediante un diseño completamente al azar en 2 tratamientos (dietas con y sin la inclusión de DDGs) con 28 réplicas de 50 aves cada una, analizándose bajo un diseño de mediciones repetidas empleando la semana como variable del tiempo. Los resultados obtenidos no mostraron efectos significativos ($P>0.05$) entre los tratamientos evaluados, durante el desarrollo y al final de la prueba, en el peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad y valores de pigmentación en piel. Al obtener el costo por kilogramo de carne producido se observaron diferencias ($P<0.07$) entre los tratamientos evaluados (10.071 vs. 9.933 MN), a favor del tratamiento en donde en la dieta estaban incluidos los DDGs. Por lo que se concluye, que los DDGs producidos en las modernas plantas de etanol, es un ingrediente aceptable en las dietas de pollos de engorda y que en el presente trabajo con un nivel de inclusión del 7 %, no afectaron los parámetros productivos, mortalidad, ni los valores de pigmentación en piel al final del trabajo, mejorando en 1.37 % los costos de producción por kilogramo de carne producidos por concepto de alimento y ave.

Palabras clave: Granos secos de destilería con solubles / Pollos de engorda / Parámetros productivos

1. INTRODUCCIÓN

En los EUA se han establecido plantas de fermentación, con el objeto de producir etanol (alcohol) para la industria energética, produciéndose de esta manera una importante cantidad de subproducto denominado granos secos de destilería con solubles (DDG's, por sus siglas en inglés), los cuales se han convertido en un ingrediente importante para los alimentos balanceados dedicados a la explotación pecuaria. Sin embargo, es importante mencionar que en la actualidad, la industria de la producción mundial del etanol corresponde con un 37.9% a Brasil; 24.1 % a los EUA, seguida por la región de Asia/pacífico con 19.6%, Europa con 13.2% y África que sólo produce 1.7% (Vergagni, 2004). En el caso de Brasil, la obtención de etanol es a partir de la caña de azúcar, en tanto en Estados Unidos el 98% de la producción proviene del maíz y se prevé que en los próximos años aumentará si la política de producción continúa.

El proceso consiste en convertir los almidones y azúcares de la materia prima inicial en etanol, que en el caso del maíz, se obtienen como subproducto los granos de destilería desecados con solubles (Blas *et al.*, 2003). Las investigaciones en la mayoría de las especies pecuarias con el uso de estos ingredientes han estado realizándose, para determinar la conveniencia de su uso, ya que debido a su gran variación de producción (Cromwell *et al.*, 1993), pueden existir cambios en algunas concentraciones de nutrientes del maíz, como aminoácidos, energía y fósforo (Spiehs *et al.*, 2002; Noll *et al.*, 2003; Ergul *et al.*, 2003; Martínez *et al.*, 2004). Debido a su reciente producción, pocos han sido los trabajos de investigación efectuado en aves y en general, las inclusiones máximas en dietas para pollos de engorda han sido cerca del 10% (Noll *et al.*, 2001; Shurson, 2003), con la recomendación de que se pueden utilizar niveles más altos, asumiendo que sean de alta calidad y libres de micotoxinas (Vergani, 2006), con el cuidado de ajustar los niveles de aminoácidos y energía, principalmente por la gran variación de producción que existe en el mercado de estos productos.

Por el proceso de fermentación que sufren los granos, uno de los principales inconvenientes cuando no se almacena adecuadamente, es la proliferación de micotoxinas, que aunado a su alto contenido en grasa insaturada hacen limitada su inclusión en las dietas para las aves (García y Kalscheur, 2004). En los próximos años, México puede ser uno de los principales mercados potenciales de los EUA de este subproducto, por lo que es importante generar una mayor cantidad de información sobre el aprovechamiento de sus nutrientes que se reflejen en la respuesta productiva de las aves.

Los usos originales de los DDG's en dietas avícolas, fueron primariamente como una fuente de factores desconocidos del crecimiento que promovían el desarrollo, la fracción soluble fue utilizada en dietas a niveles de inclusión bajos, usualmente alrededor del 10% (Noll *et al.*, 2001). Couch *et al.*, (1957) informaron que un 5% de inclusión de la fracción soluble seca mejoro el crecimiento de pavos con una respuesta entre 17% y 32%. Años después, Manley *et al.*, (1978) consiguieron una mejora en la producción de huevo con una inclusión de 3%, su argumento para explicar la respuesta productiva, cuando se utilizaban los DDG's, era debido al aumento en la palatabilidad de los alimentos, ya que las gallinas productoras de huevo preferían raciones que contenían de 10 a 15% de solubles secos en las dietas sobre aquellas que solo eran de maíz soya (Alenier y Combs, 1981). Roberson 2003, realizó un estudio en gallinas ponedoras con niveles de inclusión de 9 a 27% de granos de destilería con solubles; en base a sus resultados pudo inferir que el nivel de inclusión del 10% es efectivo para gallinas ponedoras; estos resultados los confirmo en estudios realizados en años sucesivos (Roberson *et al.*, 2004; Roberson *et al.*, 2005), en donde también los autores (Lumpkins *et al.*, 2005) mencionan que los porcentajes de inclusión de (DDG's) pueden ser de 10 a 12% en gallinas para huevo, señalando además que niveles de 15% o más pueden utilizarse sin que se vea afectado negativamente la producción de huevos o la calidad de los mismos.

El uso en dietas de pollo de engorda en el pasado se limitó a un 5% o menos, sin embargo la mayoría de investigadores refieren que la incorporación de niveles más altos

puede proveer de mayores ahorros en el costo de los alimentos balanceados, siempre y cuando se hagan las correcciones de energía y digestibilidad de aminoácidos (Waldroup *et al.*, 1981). Si bien, la mayoría de los estudios en la literatura especializada dictaminan que los (DDG's) provienen de la industria de fabricación de bebidas alcohólicas, los efectos de la nueva generación de este mismo subproducto, deben de ser similar, a pesar de las diferencias en composición nutricional y digestibilidad, tan es así que, Lumpkins *et al.*, (2004) realizaron un estudio con niveles de inclusión de este subproducto originado de modernas plantas de etanol desde 6, 12 y 18% , concluyeron que pueden usarse de manera segura en un 6% en el período de iniciación y del 12 al 15% en períodos de finalización.

2. QUE SON LOS GRANOS SECOS DE DESTILERÍA CON SOLUBLES

Es el producto que se obtiene después de extraer el almidón de un grano o mezcla de granos para la obtención de etanol a través de un proceso de fermentación con levaduras del genero *Saccharomyces cerevisiae*; la base de los granos de la fermentación es diferente, pudiendo ser desde maíz, trigo, cebada o sorgo. Desde de los años de 1930, los ganaderos empezaron a usar este tipo de subproductos en las dietas animales, siendo antes un subproducto con poco valor en nutrición animal.

Ahora bien, la industria de bebidas alcohólicas no es el único productor de DDG's, dado que la producción de etanol también es productora de este subproducto. Con el auge de las plantas de etanol en los EUA, por el mandato presidencial de la producción de etanol para carburante, como un recurso renovable, también trajo un aumento en la producción de este subproducto. El principal usuario de este material es la industria animal, dado que se han buscado aplicaciones tanto en ganado de carne como lechero, acuicultura, cerdos, ponedoras comerciales y pollo de engorda.

Al respecto, Lumpkins *et al.*, (2004), advirtieron que las nuevas tecnologías de secado permitirán dar al mercado una nueva generación de DDG's, que resulte en un ingrediente con un mayor valor agregado. En un proceso de molienda en seco, el maíz

es reducido para producir etanol o varios tipos de subproductos, siendo uno de ellos los granos secos de destilería con solubles y los granos húmedos de destilería (GHD); en lo que respecta a los DDG's, aproximadamente 33% del maíz se convierte en este subproducto, por su alto contenido de fibra. En el pasado solía ser utilizado únicamente en dietas de rumiantes, pero el contenido de energía y de proteína, lo ha vuelto un ingrediente interesante para ser usado en dietas de no rumiantes.

2.1. Proceso de obtención

A nivel físico, el proceso por el cual los DDG's son producidos, es relativamente fácil de entender. Primero, el maíz se muele y se humedece, se añade una enzima (*i.e. amilasa*) para convertir el almidón en azúcares, posteriormente el material se calienta para eliminar microbios no deseados, luego se añade una levadura del género *Sacharomyces cerevisiae* para convertir los azúcares en alcohol, después de la fermentación, se retira el alcohol por medio de la destilación y los componentes restantes se secan, dando origen a los DDG's (Dale y Batal, 2005).

2.2. Factores de riesgo

2.2.1. Micotoxinas

La gran significancia que tienen las micotoxinas como contaminantes naturales de alimentos terminados é ingredientes vegetales obedece al hecho de constituir un problema de salud pública y de salud animal. Estos compuestos químicos se presentan en la naturaleza como un factor de riesgo potencial capaces de afectar los sistemas orgánicos mediante cuadros clínicos de intoxicación subaguda, aguda y crónica. En el caso particular de los pollos de engorda, las manifestaciones clínicas ocasionadas por los cuadros de micotoxicosis aguda se traducen en elevadas mortalidades ocasionadas a disfunciones orgánicas relacionadas a la ó las micotoxinas presentes y que se manifiestan a través de un complejo síndrome de respuestas que reflejan un deterioro significativo de la condición de salud de las aves. Hasta el presente, la mayoría de los

estudios dirigidos a conocer los efectos de las micotoxinas en pollos de engorda han sido orientados hacia la investigación de aquellos producidos por la acción individual de una micotoxina. Este hecho responde básicamente a la necesidad de conocer y entender el efecto individual de las mismas y a la complejidad que implica el estudio de dos ó más micotoxinas donde sus acciones combinadas pueden interaccionar para producir efectos de aditividad, sinergismo ó antagonismo (Dale y Batal, 2005).

Dado que el proceso de obtención de estos subproductos para la producción de etanol a partir de maíz triplica sus valores nutricionales, el contenido de micotoxinas presentes en el maíz son igualmente triplicados en los DDG's. Esto se explica porque, las micotoxinas no son destruidas en el proceso de fermentación. Sin embargo, aunque éstas puedan hacerse presentes, es importante realizar un análisis rutinario especializado del contenido de las principales micotoxinas para poder tomar una adecuada decisión de inclusión de DDG's en las dietas avícolas. Las plantas productoras de etanol están verificando el contenido de micotoxinas de los lotes de maíz utilizados, ya que un maíz que ha sido almacenado bajo condiciones precarias, da menor eficiencia en la obtención de etanol. La alta rotación del grano de maíz en la actualidad, también contribuye a que el contenido de micotoxinas en el DDG's sea bajo (Dale y Batal, 2005).

2.3. Trabajos realizados en aves

Recientemente se han conducido varios experimentos para determinar la correcta inclusión en dietas de pollo de engorda, Wang *et al*, (2007), informan los resultados de un experimento en donde incluyeron este subproducto en dietas de pollo de engorda desde 0% a 25%; las dietas fueron formuladas en base de aminoácidos digestibles para satisfacer los requerimientos del pollo de engorda. No registraron diferencias significativas en los parámetros productivos con inclusiones hasta del 20%, ya que las aves que consumieron la ración con 25% registraron una menor ingesta de alimento, finalmente mencionan los autores, que es factible la inclusión de DDG's en dietas de pollo de engorda hasta 20% sin efectos adversos en los parámetros productivos.

Por su parte, en años anteriores Lumpkins *et al*, (2004), realizaron dos experimentos para evaluar el uso de granos secos de destilería con solubles en dietas de pollo de engorda, los pollos que recibieron dietas con una densidad mas alta (18%) fueron ($p<0.05$) mejores que aquellos alimentados con densidad mas baja, (6%) tampoco se reportaron diferencias en composición de canal o conversión alimenticia, excepto por una depresión en la ganancia de peso y conversión alimenticia cuando los pollos consumieron 18% en la dieta. Posteriormente, Wang *et al*, (2007), evaluaron el uso de niveles de 30 y 15% de este subproducto en dietas de pollo, para determinar los efectos de los cambios rápidos y múltiples del ingrediente durante el periodo de engorda, las dietas que contenían un 30% fueron formuladas en base a aminoácidos digestibles, los pollos que consumieron las dietas con 15% del subproducto no fueron diferentes en las características de la canal que el control, mientras que las aves alimentadas con un 30% de DDG's tuvieron un menor peso corporal y consumo alimenticio. Se señala adicionalmente una reducción en el tamaño de la pechuga del pollo procesado, por lo que las recomendaciones de inclusión de estos autores se sitúan en 15% en la dieta desde el día 1 hasta el final del período productivo, mencionan también que cuando los granos secos de destilería con solubles sean de buena calidad, pueden utilizarse en niveles de 15 a 20% ya que tienen poco efecto adverso en el rendimiento de los pollos de engorda.

En lo que respecta en México, las investigaciones que se han realizado en este sentido hasta la fecha han sido generalmente escasas, motivo por el cual es importante realizar más investigación que permita conocer más afondo el tema y poder así darle el mejor uso en la industria pecuaria, por ello, es importante mencionar que se realizó un estudio para saber el efecto de la inclusión de diferentes granos secos de destilería con solubles (DDG's) en dietas sorgo-soya, con base a los resultados obtenidos del estudio, las conclusiones fueron que los granos secos de destilería con solubles son una fuente alternativa de proteína y energía en dietas sorgo-soya para pollos de engorda en inclusiones de hasta 7% en la dieta, niveles superiores de inclusión afectan negativamente el comportamiento productivo.

2.3.1. Niveles de Inclusión

Hoehler *et al*, (2005). Refieren que la incorporación de niveles altos de DDG's en dietas tanto en gallinas de postura como en pollo de engorda debe de ser considerados con base a los análisis respectivos y a partir de ahí poder balancear correctamente las dietas con fuentes cristalinas de aminoácidos. En cuanto a la formulación de las dietas en base a aminoácidos digestibles, las observaciones de los diferentes nutriólogos es que a medida de que se incrementa el uso de DDG's en dietas avícolas, se disminuye el uso de maíz, harina de soya, fosfato dicálcico y una fuente de metionina cristalina, mientras se aumenta el consumo de una fuente de lisina cristalina, grasa y carbonato de calcio.

La mayoría de las publicaciones en la literatura científica indican que la variabilidad en la composición y calidad de los DDG's, es una de las mayores preocupaciones de índole nutricional. Cuando se usan niveles altos de inclusión en dietas avícolas el riesgo asociado de la variabilidad y disponibilidad de los nutrientes es mucho mayor, estos factores pueden apreciarse entre las diferentes procedencias del subproducto (Belyea *et al.*, 2004).

Asimismo, el contenido de aminoácidos puede diferir entre los lotes recibidos en la planta de alimentos balanceados por la metodología de análisis de química húmeda utilizadas en su evaluación. Debido a que la lisina es el primero o segundo aminoácidos limitante en las dietas avícolas y debido a la susceptibilidad al daño por calor durante el proceso de secado, la digestibilidad de esta suele ser una de las mayores preocupaciones en la inclusión de DDG's (Belyea *et al.*, 2004).

2.4. Trabajos realizados en gallinas productoras de huevo

Los granos secos de destilería con solubles, por ser una excelente fuente de ácido linoleico se han convertido en una herramienta importante para la alimentación en gallinas productoras de huevo, resultados de experimentos realizados en dietas de alta densidad, y una menor inclusión en dietas de menor densidad, se recomiendan niveles de inclusión de 10 a 12%, ya que no se resulta afectado la productividad de las aves y la calidad de los huevos, además que, con estos niveles se puede reemplazar una porción de la proteína dietética (Lumpkins *et al.*, 2005; Roberson, 2003).

Se han seguido realizando investigaciones con estudios llevados a cabo por autores que recomiendan niveles de inclusión de 15% de la semana 21 a 43 y otros durante toda la etapa productiva alimentadas con el subproducto derivado de nuevas plantas productoras de etanol, argumentado no encontrar efectos negativos que afecten la productividad de las aves y la calidad de los huevos (Lumpkins *et al.*, 2005; Roberson *et al.*, 2004; Robertson *et al.* 2005). Posteriormente se llevó a cabo un experimento con ponedoras comerciales para determinar el efecto de cantidades elevadas de DDG's sobre el contenido de nitrógeno y materia seca en excretas, las dietas contenían de 0, 23, 46 hasta 69% del subproducto, la producción del huevo decreció linealmente, mientras que el tamaño del huevo se incremento linealmente con la inclusión de los granos secos de destilería con solubles en la dieta, el consumo de alimento se incremento con el aumento en la inclusión y el contenido de materia seca de las heces aumento en la misma proporción, en donde finalmente se concluye que, las gallinas pueden ser alimentadas con el nivel de inclusión más alto sin que se vean afectadas productivamente, sin embargo la excreción de materia seca en el estiércol seguirá en aumento (Pineda *et al.*, 2008). Es importante mencionar que, varias décadas atrás era factible incluir niveles de 10 y 20% teniendo resultados favorables reflejados en la productividad de las gallinas productoras.

3. HIPÓTESIS

El uso de granos secos de destilería con solubles al 7 % en la dieta del pollo de engorda no afectan los parámetros productivos ni la mortalidad.

4. OBJETIVOS

- a) Evaluar el uso de los granos secos de destilería con solubles en un 7 % en las dietas del pollo de engorda, sobre el peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad a los 49 días de edad.
- b) Obtener el costo por kilogramo de carne producido con y sin la inclusión de granos secos de destilería con solubles, en las dietas para el pollo de engorda.
- c) Evaluar al final del trabajo los niveles de pigmentación en piel.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en una granja avícola experimental localizada en el Municipio de Charo, Michoacán a una altura de 1940 metros sobre el nivel del mar, registrando una temperatura media anual de 17.7°C.

Se utilizaron 2800 pollitos mixtos de 1 día de edad de la estirpe Ross, de una misma casa incubadora, los cuales se mantuvieron en producción hasta los 49 días de edad. Se distribuyeron mediante un diseño completamente al azar en 2 tratamientos con 28 replicas de 50 aves cada una de ellas analizándose bajo un diseño de mediciones repetidas empleando la semana como variable del tiempo.

Los tratamientos consistieron en una dieta con la inclusión al 7% de granos secos de destilería con solubles (DDGs) y una dieta sin DDGs. Ambas dietas fueron formuladas isocalóricas e isoproteicas.

El alimento fue preparado en forma de harina en tres etapas (Cuadros 1 y 2), cubriendo las necesidades establecidas para el pollo de engorda (Cuca *et al.*, 1990), proporcionado a libre acceso al igual que el agua, con un fotoperiodo de luz natural y con una densidad de población de 10 aves / m².

Los programas de manejo y sanitarios fueron similares para los distintos tratamientos; el pollito se vacunó contra Marek, Viruela y Gumboro en la planta incubadora y posteriormente se aplicaron 2 vacunas contra Newcastle por vía ocular (8 y 21 días de edad).

Las variables evaluadas semanalmente fueron las siguientes:

- a) **Peso de las aves:** Se pesó la totalidad de los pollos semanalmente en cada réplica y se calculó el peso individual promedio, acorde con el número de aves vivas al momento del pesaje. Posteriormente se obtuvo la ganancia de peso semanal.
- b) **Consumo de alimento:** Se pesó el alimento ofrecido al inicio de semana, se recolectó y pesó el residual de cada réplica. Se calculó el consumo individual promedio según el número de aves vivas al final de la semana. Se realizó una corrección por mortalidad donde el consumo aproximado de la cantidad de aves muertas por semana fue restado del consumo total.
- c) **Conversión alimenticia:** Con los datos de peso semanal y consumo se obtuvo la conversión alimenticia por semana y acumulada, la cual quedó automáticamente corregida por mortalidad.
- d) **Mortalidad:** Las aves muertas se anotaron en la bitácora de cada réplica con la fecha de dicho acontecimiento, para realizar las correcciones en consumo y conversión alimenticia. Posteriormente se obtuvo el porcentaje de mortalidad.

Al final del estudio fueron sacrificadas 2 aves (Machos) por repetición para evaluar en frío a través del calorímetro de reflectancia CR-300 bajo la escala CIELab del Comité Internacional de Colores, los valores de pigmentación.

Con los datos finales, se realizó un estudio económico en el cual, se analizó en cada tratamiento, el costo por kilogramo de carne producido por concepto de alimento y ave, bajo la fórmula descrita a continuación:

$\text{Alimento} = \text{Conversión} \times \text{Precio promedio de alimento}$

$\text{Ave} = (100 / \text{Supervivencia} \times \text{Precio del Pollito}) / \text{Peso corporal final}$

Al final de la prueba se sacrificaron 2 machos por repetición para evaluar:

Colorimetría de la piel, con base a los valores de pigmentación, a través del calorímetro de reflectancia CR-300 bajo la escala CIELab del Comité Internacional de Colores.

Los datos obtenidos de cada una de las variables descritas, fueron analizados conforme a un diseño completamente al azar mediante un análisis de varianza (SAS, 1995) analizándose bajo un diseño de mediciones repetidas empleando la semana como variable del tiempo y cuando existió diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos, se realizó la comparación de medias por la prueba de Tukey.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 3, se muestra la evolución que presentó el peso corporal en los distintos tratamientos, observándose que ambos tratamientos se desarrollaron similares durante el tiempo del estudio y no manifestaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en ninguna de las semanas de estudio. En el Cuadro 4, se muestran los promedios del consumo de alimento acumulado que presentaron los tratamientos evaluados durante el desarrollo de la prueba, observándose que ambos tratamientos fueron similares ($P > 0.05$) estadísticamente. Los valores de la conversión de alimento ajustada a mortalidad, se observan en el Cuadro 5 y al igual que el peso corporal y el consumo de alimento, no existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos evaluados a través del tiempo. En el Cuadro 6, se muestran los promedios de los porcentajes de mortalidad general de ambos tratamientos observándose que entre ellos, no existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) a través del tiempo. Tampoco se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos evaluados, en los valores de pigmentación (Cuadro 7), probablemente los niveles del 7 % de los granos secos de destilería con solubles, no fueron suficientes para demostrar un efecto en la pigmentación en la piel.

Con los datos finales se obtuvieron los costos del kilogramo de carne producido (Cuadro 8), por concepto de ave entre los tratamientos evaluados, no se observaron diferencias ($P>0.05$), sin embargo, cuando es por concepto de alimento, se observan diferencias significativas ($P<0.03$) entre los tratamientos evaluados (8.367 vs. 8.225 MN), registrando los valores mas bajos el tratamiento en donde en la dieta estaban incluidos los granos secos de destilería con solubles al 7 %. La suma de los costos de producción por concepto de ave y alimento, registro una diferencia estadística ($P<0.07$), mostrando los valores más bajos (10.071 vs. 9.933 MN), nuevamente el tratamiento con los granos secos de destilería con solubles al 7%.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, coinciden con lo reportado por otros investigadores que han trabajado sobre la inclusión de los granos secos de destilería con solubles en el pollo de engorda (Wang *et al.*, 2007; Lumpkins *et al.*, 2004,), mencionando que niveles de inclusión en la dieta hasta el 15 %, no registraron cambios en los parámetros productivos,

Una de las ventajas que presentó este trabajo con la inclusión de 7% en las dietas de granos secos de destilería con solubles, fue una disminución del 1.37% en los costos por kilogramo de carne producido por concepto de ave y alimento, debido principalmente a una disminución del costo de la dieta, sin afectar los parámetros productivos ni mortalidad, al final del trabajo. Sin embargo, por la gran variabilidad en la composición y calidad existente de los granos secos de destilería con solubles, los niveles de inclusión deben de ser considerados con base a los análisis respectivos y a poder balancear adecuadamente las dietas de acuerdo a las necesidades de las diferentes etapas del pollo de engorda, como lo sugieren Hoehler *et al.*, (2005).

7. CONCLUSIÓN

Los granos secos de destilería con solubles producidos en las modernas plantas de etanol, es un ingrediente aceptable en las dietas de pollos de engorda, que en el presente trabajo con un nivel de inclusión en la dieta del 7 %, no afectaron los parámetros productivos, ni la mortalidad, ni los valores de pigmentación en piel al final del trabajo, mejorando en 1.37 % los costos de producción por kilogramo de carne producidos por concepto de alimento y ave.

8. LITERATURA CITADA

Alenier, J.C. and G.F. Combs, Jr., 1981, Effects on feed palatability of ingredients believed to contain unidentified growth factors for poultry, Poultry Science 60: 215-224

Belyea, R.L., K.D. Rausch and M.E. Tumbleson, 2004, Composition of corn and distillers dried grains with solubles from dry grind ethanol processing, Bioresource Technology 94: 293-298

Blas, C. G. Mateos G., y Rebollar P. G. 2003. DDGS de cebada [en línea] Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos. 2ª ed. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. 423 p.p.

Cromwell, G. L., K. L. Herkelman, and T. S. Stahly. 1993. Physical, chemical, and nutritional characteristics of distillers dried grains with solubles for chicks and pigs. J. Animal Science. 71:679-686

Couch, J.R., A.A. Kurnick, R.L. Svacha and B.L. Reid, 1957, Corn distillers dried solubles in turkey feeds – summary and new developments, In Proceedings Distillers Feed Research Council Conference, pp: 71-81

Cuca, M. G., Ávila, E. G. y Pro, A .M. Alimentación de las Aves. Colegios de Postgraduados. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Estado de México. 1990.

Dale N. and Amy Batal. Distiller's Grains: Focusing On Quality Control [en línea] Poultry Science Department, The University of Georgia Athens, GA 30602. Tel:(706) 542-9151. University of Georgia Egg Industry, April 2005.
<http://www.ncga.com/livestock/PDFs/DDGS.pdf>[consulta:8 enero 2006]

Ergut T., C. Martinez Amezcua, C. M. Parsons, D. Walters, J. Brannon, and S. L. Noll. 2003. Amino acid digestibility in corn distillers dried grains with solubles. Poultry Science 82(Suppl. 1):70. (Abstr.)

Garcia A. D. y Kalscheur K.F. 2004. Ensilaje de granos de destilería con otros alimentos [en línea] Collage of Agricultura & Biological Sciences / South Dakota State University / USDA, ExEx4029S Dairy Science Departament June 2004.
<http://agbiopubs.sdstate.edu/articles/exex4029s.pdf> [consulta: Noviembre 2007]

Hoehler, D., A. Lemme, V. Ravindran, W.L. Bryden, and H.S. Rostagno, 2005, Feed formulation in broilers chickens based on standardized ileal amino acid digestibility, In Proceedings 3rd Mid Atlantic Nutrition Conference, University of Maryland, College Park MD, pp: 78-91

Lumpkins B, Batal A, and Dale N. 2005. Use of Distillers Dried Grains Plus Solubles in Laying Hen Diets. Journal of Applied Poultry Research: 14:25-31

Lumpkins, B.S., A.B. Batal y N.M. Dale, 2004, Evaluation of distillers grains with solubles as a feed ingredient for broilers, Poultry Science 83: 1891-1896

Martinez Amezcua, C., C.M. Parsons and S.L. Noll, 2004, Content and relative bioavailability of phosphorus in distillers dried grains with solubles in chicks, Poultry Science 83: 971-976

Manley, J.M., R.A. Voitle and R.H. Harms, 1978, The influence of distillers dried grains with solubles (DDGS) in the diet of turkey breeder hens, Poultry Science 57: 726-728

Noll, S. L., C. Abe, and J. Brannom. 2003. Nutrient compositions of corn distiller dried grains with solubles. Poultry Science. 82(Suppl. 1):71. (Abstr)

Noll. S., V. Stangeland, G. Speers, and J. Brannon. 2001. Distillers grains in Poultry diets. Pages 53-61 in 62nd Minnesota Nutrition Conference and Corn Growers Assoc. Tech. Symposium. Bloomington, MN

Pineda, L., S. Roberts, B. Kerr, R. Kwakkel, M. Verstegen, and K. Bregendahl. 2008. Maximum dietary content of corn dried distiller's grains with solubles in diets for laying hens. Effects on nitrogen balance, manure excretion, egg production, and egg quality. A.S. Leaflet R2334. Iowa State University Animal Industry Report 2008, Ames, IA.

Roberson, K.D., J.L. Kalbfleisch, W. Pan, and R.A. Charbeneau. 2004. Dried distillers' grains with solubles changes egg yolk color without affecting egg production when included at 5 to 15 percent of a corn-soybean meal diet. Presented at the 2004 Southern Poultry Science Mtg., Atlanta, GA. Jan. 2004.

Roberson, K.D. J.L. Kalbfleisch, W. Pan and R.A. Charbeneau. 2005. Effect of Corn Distiller's Dried Grains with Solubles at Various Levels on Performance of Laying Hens and Egg Yolk Color. Department of Animal Science, Michigan State University, East Lansing, MI 48823, USA E-mail: robers22@msu.

Roberson, K.D. 2003. Use of dried distillers' grains with solubles in growing-finishing diets of turkey hens. International Journal of Poultry Science 2 (6): 389-393, Nov.-Dec. 2003.

SAS.SAS Use'r Guide:Statistics, (version 6 ed.). Cary NC, USA:SAS Inst. Inc. 1995.

Spiehs, M. J., M. H. Whitney, and G. C. Shurson. 2002. Nutrient database for distiller's dried grains with solubles produced from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. J. Animal Science. 80:2639-2645

Shurson, J. 2003. Subject: The value and use of distillers dried grains with solubles (DDGS) in livestock and poultry rations.<http://www.ddgs.umn.edu/>. Accessed Nov. 2007

Vergagni, G. A. 2004. La industria del etanol a partir del maíz. Es factible su desarrollo en Argentina? [en línea] V & A Desarrollos empresarios.
<http://www.maisar.org.ar/files/Etanol1.pdf>[consulta:Noviembre 2007]

Vergagni G. 2006. Granos de destilería: Subproductos del Etanol.
<http://www.maizar.org.ar/vertex.php?id=231>(Consulta Noviembre 2007)

Wang, Z., S. Cerrate, C. Coto, F. Yan, and P.W. Waldroup, 2007, Use of constant or increasing levels of distillers dried grains with solubles (DDGS) in broiler diets, International Journal of Poultry Science 6(7): 501-507

Waldroup, P. W., J.A. Owen, B.E. Ramsey, and D.L. Welchel, 1981. The use of high levels of distillers dried grains plus solubles in broiler diets. Poultry Science. 60:1479-1484

Cuadro 1. Composición de la dieta en pollos de engorda sin DDG's

Ingredientes	1-21 días	22-36 días	36-49 días
	Kg.		
SORGO 8.5%	565.0	589.0	635.0
SOYA 47%	357.0	314.0	273.0
DDGS GOLD	0	0	0
ACEITE VEGETAL	34.0	54.0	53.0
ORTOFOSFATO	16.5	14.0	13.0
CALCIO 38%	13.0	13.5	12.0
SAL REFINADA	3.2	2.9	2.7
METIONINA	3.3	3.2	2.5
LISINA	2.4	1.3	1.2
BICARBONATO DE SODIO	2.2	2.0	2.0
COLINA 60%	1.0	1.0	0.7
PREM. MINERAL	0.6	0.6	0.6
B.M.D.	0.5	0.5	0.5
PRE VIT. POLLOS	0.5	0.5	0.5
COCCID. INIC.	0.5	0	0
TREONINA	0.2	0.2	0
ANTIOXIDANTE	0.15	0.18	0.18
PIGM-30 GR/KG	0	2.17	2.0
CAROPHIL ROJO	0	0.20	0.25
COCCID. FIN	0	0.5	0.5
TOTAL Kg	1000	1000	1000
Nutrientes			
PROTEINA CRUDA	22.004	20.100	18.500
LISINA TOTAL	1.380	1.168	1.053
METIONINA +CISTINA	1.000	0.940	0.837
TREONINA TOTAL	0.835	0.760	0.681
E. MET. AVES	3.025	3.175	3.211
CALCIO TOTAL	1.000	0.940	0.840
FOSFORO DISPONIBLE	0.460	0.400	0.380
SODIO TOTAL	0.200	0.181	0.175

Cuadro 2. Composición de la dieta en pollos de engorda con DDG's

Ingredientes	1-21 días	22-35 días	36-49 días
	Kg.		
SORGO 8.5%	530.0	553.0	599.0
SOYA 47%	322.0	279.0	238.0
DDGS GOLD	70.0	70.0	70.0
ACEITE VEGETAL	34.0	55.0	54.0
ORTOFOSFATO	16.0	13.5	12.5
CALCIO 38%	14.0	14.0	12.5
SAL REFINADA	2.9	2.6	2.5
METIONINA	3.1	3.0	2.4
LISINA	3.1	2.0	2.0
BICARBONATO DE SODIO	2.2	2.0	2.0
COLINA 60%	1.0	1.0	0.7
PREM. MINERAL	0.6	0.6	0.6
B.M.D.	0.5	0.5	0.5
PRE VIT. POLLOS	0.5	0.5	0.5
COCCID. INIC.	0.5		
TREONINA	0.3	0.3	0.1
ANTIOXIDANTE	0.15	0.18	0.18
PIGM-30 GR/KG		2.09	1.9
CAROPHIL ROJO		0.20	0.25
COCCID. FIN		0.5	0.5
TOTAL	1000.85	999.97	1000.16
Nutrientes			
PROTEINA CRUDA	22.004	20.100	18.500
LISINA TOTAL	1.380	1.168	1.053
METIONINA +CISTINA	1.000	0.940	0.837
TREONINA TOTAL	0.835	0.760	0.681
E. MET. AVES	3.025	3.175	3.211
CALCIO TOTAL	1.000	0.940	0.840
FOSFORO DISPONIBLE	0.460	0.400	0.380
SODIO TOTAL	0.200	0.181	0.175

Cuadro 3. Evolución del peso corporal en el pollo de engorda

Semanas	Sin DDG's	Con DDG's
1	119 ± 8 a	130 ± 7 a
2	333 ± 21 a	351 ± 22 a
3	725 ± 35 a	741 ± 47 a
4	1273 ± 51 a	1269 ± 64 a
5	1873 ± 50 a	1870 ± 48 a
6	2490 ± 78 a	2472 ± 78 a
7	3068 ± 79 a	3080 ± 80 a

a. Literal similar no muestra diferencias ($P \geq 0.05$)

Cuadro 4. Evolución del consumo de alimento acumulado en el pollo de engorda

Semanas	Sin DDG's	Con DDG's
1	97 ± 11 a	108 ± 10 a
2	392 ± 28 a	416 ± 28 a
3	955 ± 54 a	967 ± 55 a
4	1856 ± 70 a	1879 ± 60 a
5	2950 ± 68 a	2964 ± 75 a
6	4339 ± 97 a	4355 ± 86 a
7	5417 ± 108 a	5419 ± 87 a

a. Literal similar no muestra diferencias ($P \geq 0.05$)

Cuadro 5. Evolución de la conversión de alimento ajustada en el pollo de engorda

Semanas	Sin DDG's	Con DDG's
1	1.206 ± .08 a	1.195 ± .07 a
2	1.334 ± .05 a	1.334 ± .04 a
3	1.389 ± .05 a	1.380 ± .07 a
4	1.498 ± .03 a	1.529 ± .06 a
5	1.606 ± .03 a	1.619 ± .04 a
6	1.767 ± .04 a	1.792 ± .07 a
7	1.790 ± .05 a	1.780 ± .04 a

a. Literal similar no muestra diferencias ($P \geq 0.05$)

Cuadro 6. Evolución de la mortalidad general en el pollo de engorda

Semanas	Sin DDG's	Con DDG's
1	3.1 ± 1.3 a	2.2 ± 1.8 a
2	4.7 ± 2.0 a	4.4 ± 2.3 a
3	5.9 ± 1.7 a	5.8 ± 2.0 a
4	6.4 ± 1.9 a	6.3 ± 2.0 a
5	6.9 ± 2.2 a	7.1 ± 2.6 a
6	7.3 ± 2.4 a	7.8 ± 3.0 a
7	8.1 ± 3.0 a	8.6 ± 3.0 a

a. Literal similar no muestra diferencias ($P \geq 0.05$)

Cuadro 7. Valores de Pigmentación en piel en pollo de engorda a los 49 días de edad

Semanas	Sin DDG's	Con DDG's
Luminosidad	69.5 ± 2.2 a	69.1 ± 1.7 a
Rojos	3.8 ± 1.8 a	4.3 ± 2.2 a
Amarillos	48.0 ± 4.2 a	48.9 ± 2.8 a

a. Literal similar no muestra diferencias ($P \geq 0.05$)

Cuadro 8. Costos de producción por kilogramo de carne producidos por concepto de alimento y ave a los 49 días de edad

	Sin DDG's	Con DDG's
	Moneda Nacional México	
Precio del alimento /kg	4.674	4.613
Ave	1.704 ± 0.058 a	1.708 ± 0.063 a
Alimento	8.367 ± 0.266 b	8.225 ± 0.218 a
Ave + Alimento	10.071 ± 0.302 c	9.933 ± 0.256 d

a. Literal similar entre filas no muestra diferencias ($P \geq 0.05$)

a,b. Literal similar entre filas muestra diferencias ($P \leq 0.03$)

c,d. Literal similar entre filas muestra diferencias ($P \leq 0.07$)