

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EL USO DE GRANOS SECOS DE DESTILERÍA CON SOLUBLES
EN DIETAS SORGO-SOYA PARA POLLOS DE ENGORDA

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

CÉSAR ALEJANDRO ESPARZA CARRILLO

Asesores:

MVZ. MC. Arturo Cortés Cuevas
MVZ. MSc. Ernesto Ávila González

México, D.F.

2008



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, Germán Esparza y Paula Carrillo, por confiar en mí, gracias a ustedes soy quien soy y espero no fallarles nunca, le agradezco a Dios haberme dado unos padres maravillosos. LOS AMO.

A una gran mujer y gran amiga que ha estado conmigo en todo momento durante estos últimos años a pesar de la adversidad. Eres muy especial para mi Rocío, gracias por todo. TE AMO.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y todo lo que esas palabras abarcan.

A mi país y su pueblo tan maravilloso, siempre en lucha y pronto en victoria.

AGRADECIMIENTOS

Al doctor Ernesto Ávila por su carácter fuerte y noble, porque es un ejemplo a seguir, gracias por todo su apoyo desde el día que lo conocí.

Al doctor Arturo Cortés por ser mi asesor y un amigo.

Al doctor Benjamín Fuente por resolver todas mis dudas académicas.

A los doctores Ezequiel Sánchez, Elizabeth Posadas, Jaime Esquivel, Tomás Jínez y Pilar Castañeda por todo lo que he aprendido de ellos, les estoy muy agradecido.

A la doctora Hilda Jandete por su amistad.

A mis amigos, los que llegaron y se fueron, a los que siguen ahí y a los que apenas comienzo a conocer, ustedes saben a quienes me refiero. De estos, agradezco especialmente a los alumnos, SS, tesistas, voluntarios y demás compañeros del CEIEPAv que en un futuro serán los jefes de la avicultura en México con toda seguridad: Isaías, Miguel, Alfredo, Flor, Jorge y Alexis.

A los que me ayudaron en mi experimento de tesis, especialmente a Aarón, Everardo y Cris, gracias por todo.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
Proceso de producción de GSDS.....	4
Hipótesis y objetivos.....	11
MATERIAL Y MÉTODOS.....	12
RESULTADOS.....	16
De 0 a 21 días de edad.....	16
De 0 a 35 días de edad.....	17
De 0 a 49 días de edad.....	18
Rendimiento de la canal.....	19
DISCUSIÓN.....	20
CONCLUSIONES.....	24
LITERATURA CITADA.....	25
CUADROS.....	30
FIGURAS.....	36

RESUMEN

ESPARZA CARRILLO CÉSAR ALEJANDRO. El uso de granos secos de destilería con solubles en dietas sorgo-soya para pollos de engorda (bajo la dirección de: MVZ. MC. Arturo Cortés Cuevas y MVZ. MSc. Ernesto Ávila González).

El uso de una parte de la producción de maíz para obtener etanol como biocombustible ha incrementado el precio de este y otros ingredientes empleados para el consumo animal. Coincidentemente, los granos secos de destilería con solubles (GSDS), son un subproducto de la destilación del etanol, que puede ser una opción como fuente de energía y proteína para reducir los costos de alimentación en el pollo de engorda. Para determinar el porcentaje de inclusión óptimo, se evaluó el efecto de 4 dietas elaboradas a base de sorgo-soya con diferentes porcentajes de inclusión de GSDS (7,14 y 21%) sobre la ganancia de peso, conversión alimenticia, consumo de alimento, mortalidad y rendimiento en la canal a los 49 días de edad. Se utilizaron 704 pollos de la estirpe Ross 308 x Ross 308, distribuidos en 4 tratamientos con 8 repeticiones de 22 pollos cada una. Se empleó un diseño completamente al azar y se hicieron análisis de varianza y de regresión lineal y cuadrática. Los resultados a los 49 días de experimentación mostraron que la adición hasta del 7% de GSDS no afectó el comportamiento productivo en las etapas de iniciación, crecimiento y finalización. A los diferentes porcentajes de inclusión de GSDS en la dieta, empleados en el presente estudio, no se afecta el rendimiento de la canal y sus partes. Se infiere que, el uso de subproductos de la destilación de etanol del maíz o GSDS de hasta un 7%, son una fuente alternativa de proteína y energía en dietas a base de sorgo-soya para pollos de engorda.

EL USO DE GRANOS SECOS DE DESTILERÍA CON SOLUBLES EN DIETAS SORGO-SOYA PARA POLLOS DE ENGORDA.

INTRODUCCIÓN:

En los últimos años Estados Unidos ha tenido una mayor demanda energética, principalmente por los problemas de abastecimiento de petróleo, debido entre otras cosas, a las complicaciones en la guerra que mantiene en Irak¹, el segundo país con reservas de petróleo en el mundo, a los problemas diplomáticos que tiene con Venezuela,^{2, 3} quien es uno de los principales productores de petróleo y a la disminución a mediano plazo en las reservas mundiales de los hidrocarburos.⁴⁻⁶ Esto ha obligado al gobierno estadounidense a poner un especial interés en otras fuentes de energía como son los biocombustibles, principalmente el etanol que se obtiene del maíz.⁷⁻¹⁰ Debido a esta política, en los últimos años se ha duplicado el número de plantas productoras de etanol en ese país. En 1999 contaban con 50 plantas y actualmente cuentan con 119 refinerías en producción y 79 más en construcción.¹¹

En México, 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 demuestra la tendencia de cambiar el uso de combustibles fósiles por biocombustibles.^{9, 12} La demanda creciente de etanol en los Estados Unidos ha generado mayor requerimiento de maíz, el sustrato principal para su producción, esto ha provocado que se eleven los precios internacionales de este grano,^{7, 9, 13} el

cual, algunos países lo importan para la producción de alimentos destinados a animales en producción como las aves y los cerdos.^{14,15}

Estados Unidos es el mayor productor de etanol (obtenido del maíz), lo cual ha logrado a partir de una combinación de incentivos fiscales, subsidios y mandatos legales; se estima que durante el ciclo 2006-2007 utilizó para este fin, 20% de su cosecha (sustituyendo hasta el 3% del consumo total de gasolinas) y para el 2010 el consumo será del 30% (sustituyendo el 5% del total de gasolinas).¹⁶

La producción de biocombustibles ha impulsado a la alza el precio de algunos alimentos. El ejemplo más claro es el maíz, cuyo precio aumentó 23% en 2006 y cerca del 60% durante el 2007 y principios del 2008 como resultado del programa estadounidense de etanol impulsado a partir de 2005.¹⁶

El aumento de los costos de producción en el alimento en México, ha conducido a los nutriólogos a buscar alternativas a esta fuente energética. Coincidentemente, la alternativa es utilizar el bagazo de la producción de etanol, que son los granos secos de destilería con solubles (GSDS o DDGS por su siglas en inglés).¹⁷⁻²⁰

Los GSDS son un subproducto que proviene de la fermentación de los granos para la obtención de etanol. El maíz es el grano principal que se utiliza para obtener etanol en Estados Unidos, pero no es el único, también se puede obtener a partir de granos como el trigo, la cebada, el centeno, el sorgo o la combinación de estos, lo cual depende de los costos y la disponibilidad de los granos en cada región.^{18, 21}

Los GSDS, se obtienen de los residuos que quedan al fermentar el almidón con levaduras del género *Saccharomyces cerevisiae* (Figura 1). Al obtener el etanol, se generan dos subproductos: Los líquidos solubles y los restos de grano.

Ambos son mezclados y posteriormente deshidratados para obtener los GSDS.^{15, 22}

El proceso completo de la producción de GSDS se muestra a continuación:

Proceso de producción de GSDS

- 1.- Limpieza del maíz para disminuir el riesgo de contaminación por material extraño.
- 2.- Molienda del grano en molino de martillos, con el fin de reducir el tamaño de las partículas de maíz y exponer el almidón.
- 3.- El maíz molido es mezclado con agua, para posteriormente, pasar por una estufa de chorro con el fin de eliminar microorganismos que podrían competir con la levadura durante la fermentación.

4.- Licuefacción, con la acción de la enzima alfa amilasa que rompe las uniones Alfa-1-4 glucosídicas, dando como resultado principalmente dextrosa y maltosa, además de glucosa, maltotriosa y tetrosa.

5.- Sacarificación y fermentación simultánea. La enzima glucoamilasa es usada para romper la dextrina de los azúcares. Los azúcares posteriormente son fermentados por la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Durante esta fase el dióxido de carbono producido es ventilado a la atmósfera.

6.- La masa fermentada es llevada al proceso de destilación para producir el etanol, que es el producto principal, separando los residuos del maíz con los solubles (destilado entero).

7.- Los residuos de maíz con solubles se centrifugan. La centrifugación separa a los granos húmedos de destilería y al líquido destilado. El líquido destilado se concentra en un evaporador y se vende como solubles de destilería o se mezcla con los granos húmedos y se secan para dar como resultado los granos secos de destilería con solubles.^{22-26.}

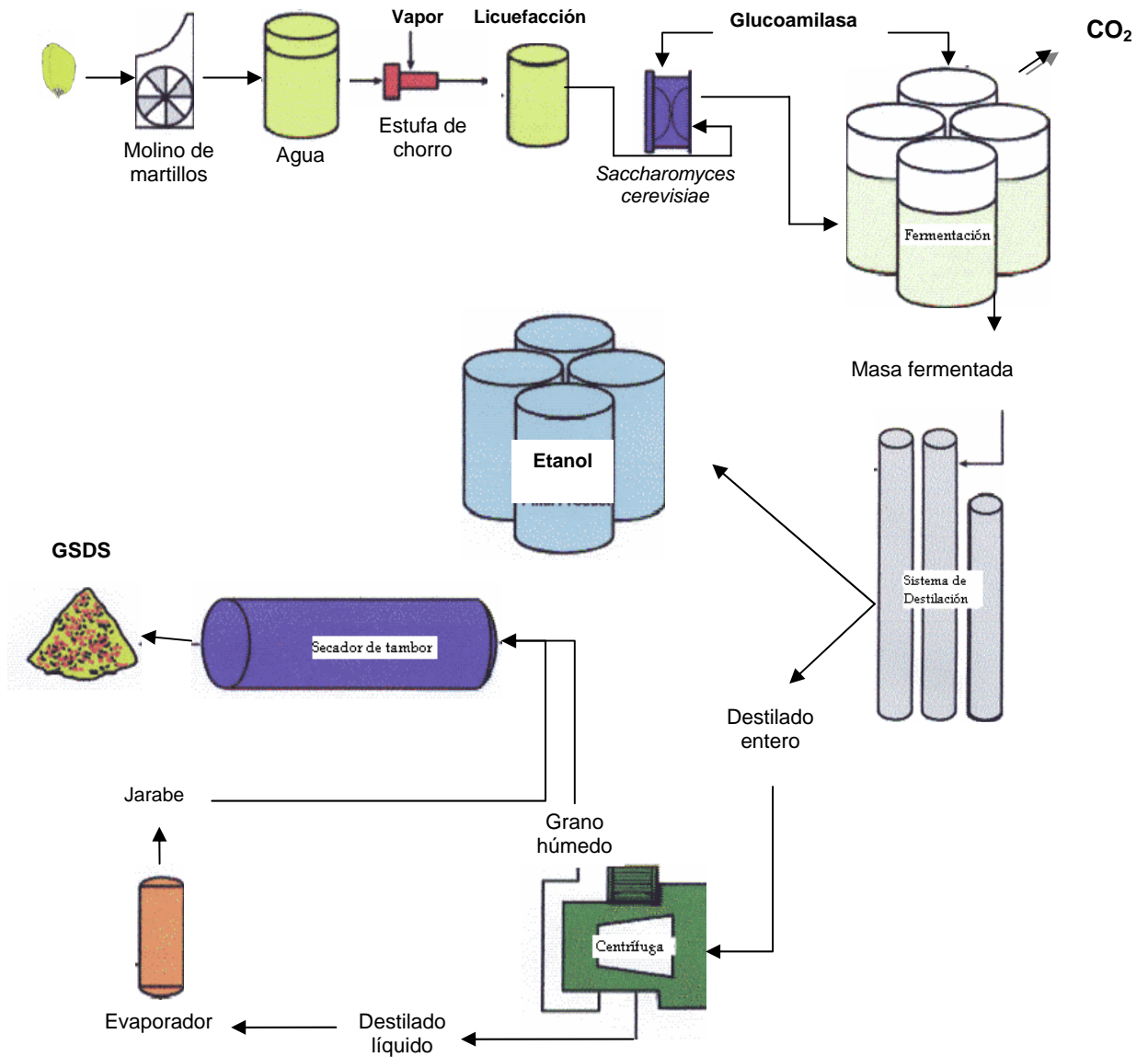


Figura 1. Proceso de destilación para la obtención de etanol y subproductos como los granos secos de destilería con solubles.^{18, 27.}

El uso de los GSDS para alimentación animal no es un tema nuevo, desde la década de los 70's con la creación de plantas de etanol con mayor capacidad de producción, se comenzaron a realizar pruebas para usar éstos en la alimentación de rumiantes y cerdos.¹⁸ En un inicio, su uso no prosperó debido a diferentes factores, el más importante fue la variabilidad con que eran procesados los granos de una planta a otra e inclusive entre diferentes lotes de una misma planta. Sin embargo, en los últimos años se han construido plantas de nueva generación que tienden a estandarizar los procesos de obtención de GSDS.^{15, 19}

Los GSDS de “vieja generación” tenían un color café oscuro y su digestibilidad era menor en comparación con los de “nueva generación” que presentan un aspecto dorado y un olor dulce, a diferencia de los GSDS anteriores cuyo olor era a quemado. Estos GSDS de “nueva generación” contienen mayor energía metabolizable, además de tener mayor digestibilidad “aparente” de aminoácidos y fósforo disponible.^{28, 29.}

El motivo principal por el que se emplean estos GSDS en el consumo animal, es por ser una fuente proteica (25.5-26.6%) y energética, ya que pueden sustituir cerca del 2.5% de la pasta de soya y 9% del maíz; además de presentar otras características nutritivas como son su contenido en fósforo (0.62-0.78%) y lisina (0.64-0.83%), nutrientes importantes en la formulación de dietas para las aves.^{15, 30-32.}

Diversos muestreos de GSDS en plantas de Estados Unidos muestran que la digestibilidad de la lisina es uno de los elementos que más varían, por lo tanto es necesario un muestreo constante de aminoácidos antes de incluir los GSDS en las dietas.³³

La composición de aminoácidos de los GSDS es aproximadamente el triple del de maíz. Esto debido a que durante el proceso de destilación, una tercera parte del grano se pierde en forma de dióxido de carbono, otra tercera parte es convertida en etanol y el último tercio es el concentrado que genera los GSDS.²⁹

Existen estudios relacionados al uso de GSDS en aves, en los que se ha evaluado el porcentaje de adición apropiado. Los primeros estudios realizados a finales de los 60's y principios de los 70's mostraron que en dietas balanceadas podrían utilizarse altos niveles de GSDS.³⁴

Runnels en 1968,³⁵ incorporó satisfactoriamente a una dieta para pollo un 20% de GSDS, con resultados iguales e incluso superiores a las dietas testigo, compuestas de harina de pescado y pasta de soya. Sin embargo, únicamente propuso que las dietas con GSDS no excedieran el 5% de la dieta, debido principalmente al precio y al suministro de este insumo en esa época.

Potter (1966),³⁶ encontró que dietas con 20% de GSDS presentaban valores equivalentes a la dieta control en aves alimentadas por más de 8 semanas de edad.

Jensen (1978),³⁷ indicó que el 20% de inclusión de GSDS era aceptable en dietas (nutricionalmente) balanceadas para gallinas de postura y reproductoras, además de mejorar la calidad del huevo.

Waldroup *et al.* (1981)³⁸ reportaron que cuando los GSDS eran incluidos en dietas con energía metabolizable constante, podían ser utilizados en pollos de engorda con una incorporación del 25% sin reducción de peso corporal o deterioro de la conversión alimenticia.

Con el advenimiento en el incremento del uso del etanol como biocombustible, a partir del año 2000 se han realizado estudios en donde se han evaluado los GSDS de “nueva generación” en diferentes plantas de Estados Unidos. Lumpkins *et al*,³⁹ evaluaron en dietas maíz-soya, diferentes niveles de inclusión de GSDS (6, 12 y 18%) en pollos de engorda en las fases de iniciación y finalización. Estos autores encontraron mejores resultados en ganancia de peso y conversión alimenticia en los niveles de 6 hasta 12% de inclusión. Sin embargo, cuando incluyeron 18% de GSDS en dietas de iniciación, observaron una disminución en la ganancia de peso y conversión alimenticia.

Estos mismos autores evaluaron la inclusión de GSDS en dietas para gallinas de postura, con porcentajes que fueron hasta 15%.⁴⁰ En ese estudio, se encontró una ligera disminución en la producción de huevo en las gallinas alimentadas con el porcentaje más elevado (15); sin embargo, esta reducción no fue estadísticamente significativa, por lo cual sugirieron niveles de inclusión del 10 al 12% de GSDS en las dietas para gallina de postura.

Los resultados obtenidos en esos estudios posiblemente se debieron a que, al incluir un nivel elevado de GSDS pudo existir un desbalance en el perfil de aminoácidos en la dieta.

Roberson *et al.* (2005)⁴¹ mencionaron que los GSDS pueden ser usados en un porcentaje mayor al 15% en gallinas de postura, sin afectar los parámetros productivos del huevo, sin embargo, sugieren que los niveles de GSDS sean menores al iniciar la dieta con estos granos. De igual forma observaron que los GSDS podrían ser incluidos en las dietas de crecimiento y finalización para pavos hasta en un 10%.

Cromwell *et al*,³³ evaluaron las características físicas, la composición química y el valor nutricional de GSDS provenientes de nueve plantas en los Estados Unidos utilizados para la alimentación de pollos de engorda y cerdos. Los resultados muestran una relación entre las características físicas de los GSDS (color y olor) y la cantidad de proteína y lisina que presentan. Los GSDS de color amarillo a dorado y olor dulce tienen mayor cantidad de proteína y lisina favoreciendo el desarrollo de los pollos y cerdos. Estas características físicas son debido al método de secado, ya que el calor empleado modifica el perfil de los nutrientes de los GSDS.

Debido a que la mayoría de los estudios que se han realizado han sido en dietas con base a maíz-soya, se planteó el presente estudio para evaluar diferentes niveles de inclusión de GSDS (7,14 y 21%) importados de Dakota del Norte en Estados Unidos, en dietas a base de sorgo-soya en pollos de engorda para evaluar los parámetros productivos, la mortalidad y el rendimiento en la canal en México.

HIPÓTESIS:

La adición de granos secos de destilería con solubles en dietas para pollos de engorda, no afecta los principales parámetros productivos en el pollo de engorda.

OBJETIVOS:

- Evaluar la ganancia de peso al incluir 7, 14 y 21% de GSDS.
- Evaluar la conversión alimenticia al incluir 7, 14 y 21% de GSDS.
- Evaluar el rendimiento en la canal al incluir 7, 14 y 21 % de GSDS.
- Calcular la mortalidad general al incluir 7, 14 y 21% de GSDS.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización de la granja

La investigación se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (C.E.I.E.P.Av.) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, el cual se localiza en la calle Salvador Díaz Mirón #89, en la Colonia Santiago Zapotitlán, Delegación Tláhuac, Distrito Federal a una altura de 2250 msnm, en el paralelo 19°17' latitud norte y el meridiano 99° 02' 30" longitud oeste. Bajo condiciones de clima templado subhúmedo (Cw), enero es el mes más frío y mayo el más caluroso, la temperatura promedio anual es de 16°C y con una precipitación pluvial anual media de 747 mm.⁴²

Experimento

Se utilizaron 704 pollos Ross 308 x Ross 308 de un día de edad, distribuidos en grupos de 22 pollos (11 machos y 11 hembras) alojados en 32 corrales de 1 x 2.2m divididos por reja de alambre. Cada tratamiento constó de 8 repeticiones. La caseta experimental en donde se alojaron es de ambiente natural con techo de lámina galvanizada, piso de cemento y la cama utilizada fue de viruta de madera. Los ventanales de la caseta tenían cortinas de lona externa y de plástico en el interior. Cada corral contó con un bebedero vitrolero y un comedero de charola durante la primera semana para ser remplazados posteriormente por un bebedero automático de campana y un comedero de tolva de plástico con capacidad de 8kg, la alimentación y el agua se proporcionaron *ad libitum* durante todo el experimento. Durante las primeras

tres semanas se utilizó una criadora de gas infrarrojo colocada entre dos corrales para proporcionarles calor. La densidad de población que se empleó fue de 10 aves/m². Los pollos fueron pesados el primer día, con un peso promedio de 43g.

Los tratamientos experimentales, consistieron en el empleo de GSDS en dietas isocalóricas e isoproteicas, balanceadas de acuerdo a los requerimientos señalados por Leeson y Summers,⁴³ para la línea Ross 308. Previo a la formulación y elaboración de las dietas experimentales, se tomaron muestras de los GSDS para determinar aminoácidos totales y predicción de aminoácidos digeribles mediante la técnica de NIRS (Near infrared spectroscopy).⁴⁴

Los tratamientos experimentales empleados fueron los siguientes:

- Tratamiento 1.- Dieta testigo sorgo + soya.
- Tratamiento 2.- Con 7% de GSDS.
- Tratamiento 3.- Con 14% de GSDS.
- Tratamiento 4.- Con 21% de GSDS.

Se utilizaron dietas basales sorgo-soya, a las cuales se le adicionaron los diferentes porcentajes de inclusión de GSDS durante la etapa de iniciación (0 a 21 días), crecimiento (22 a 35 días) y finalización (36 a 49 días), las cuales se pueden apreciar en los Cuadros 1, 2 y 3, donde se señalan los diferentes porcentajes de proteína y cantidades de energía metabolizable empleados en las dietas.

Las aves llegaron al CEIEPAv, vacunadas contra la enfermedad de Marek al día de edad en la incubadora. Al día 10 de edad, fueron vacunadas contra la enfermedad de Newcastle por vía ocular (una gota/ave) y contra las enfermedades de Newcastle + Influenza aviar por vía subcutánea (0.5ml/ave) en el día 10 de edad.

Se llevaron registros semanales de: peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia y porcentaje de mortalidad.

Al final del estudio, se procesaron 12 aves seleccionadas aleatoriamente a partir de cada tratamiento (6 machos y 6 hembras) en un rastro comercial, para medir los rendimientos de la canal tipo rosticero, de pechuga, pierna y muslo.

Las aves, antes del sacrificio fueron sometidas a 8 horas de ayuno. Se pesaron individualmente, tomando este valor como el 100% para calcular el porcentaje de rendimiento de la canal, pechuga, pierna y muslo. Posteriormente fueron colgadas en gancho para su sacrificio, se insensibilizaron utilizando un aturdidor comercial bajo los parámetros de 25 volts, 0.25 amp y 460Hz de corriente directa del tipo pulsátil. El sacrificio se realizó por corte lateral del cuello, se desangraron durante un minuto con cuarenta segundos. Inmediatamente después, las canales fueron retiradas de los ganchos y escaldaron en tanques de agua a 53°C por un minuto, fueron desplumadas manualmente. Posteriormente, se realizó la evisceración cortando la cloaca circularmente y haciendo un segundo corte a lo largo del eje axial a partir del corte de la cloaca, para facilitar la extracción de las vísceras. Se extrajeron molleja, intestinos, hígados, corazón, bazo y buche.

El enfriado se realizó mediante inmersión en tanques de agua fría y hielo a una temperatura de 1 a 4°C durante 45 minutos. Después las canales tipo rosticero (sin cabeza, patas y vísceras), pechuga, pierna y muslo se pesaron utilizando una báscula electrónica con capacidad de 5 kg para la determinación del rendimiento.

Los datos obtenidos para cada etapa y todo el ciclo de producción de las variables ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, rendimiento de la canal y porcentaje de mortalidad general (esta última variable se transformó a arco seno antes de ser analizada), se sometieron a un análisis estadístico de varianza conforme a un diseño completamente al azar, utilizando además un análisis de regresión lineal y cuadrática con una significancia de $P < 0.05$, con el siguiente modelo estadístico:⁴⁵

$$Y = \beta_0 + \beta_1 (x_1) + \beta_1(x_1)^2$$

Y= Variable respuesta.

β_0 = Ordenada al origen.

β_1 = Pendiente.

x_1 = Nivel de inclusión de GSDS.

RESULTADOS

Los resultados del perfil de aminoácidos y proteína mediante el método de NIRS y el contenido de aminoácidos digestibles estandarizados, en pollos se muestran en los Cuadros 4 y 5 respectivamente.

Resultados de 0 a 21 días de edad

Los resultados obtenidos de las variables; ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y porcentaje de mortalidad, se muestran en el Cuadro 6. Se observa que a partir del 14% de inclusión de GSDS disminuyó significativamente el crecimiento, aumentó el consumo de alimento y empeoró la conversión alimenticia.

En ganancia de peso los datos indicaron diferencia ($P < 0.01$) entre tratamientos con un efecto lineal y cuadrático, resultados que se explicaron por la siguiente ecuación de regresión calculada: $Y = 725.619 + 2.0527x - 0.2366x^2$. En la Figura 2, se puede observar que hubo menor ganancia de peso en los tratamientos con 14 y 21% de GSDS, respecto a los tratamientos con 0 y 7% de GSDS.

Con respecto al consumo de alimento, la diferencia ($P < 0.01$) entre tratamientos se explica a través de un efecto lineal y cuadrático, tal como lo indica la siguiente ecuación de regresión calculada: $Y = 1020.03 + 48.06x - 3.78x^2$. En la Figura 3, se nota cómo se incrementó el consumo de alimento conforme aumentó el nivel de GSDS en la dieta.

Para la variable conversión alimenticia, también se observó el mismo efecto lineal y cuadrático ($P < 0.01$), es decir, empeorando la conversión alimenticia a medida que incrementa la inclusión de los GSDS en la dieta, la ecuación que describe la respuesta es: $Y = 1.46 + 0.0027x + 0.0005x^2$ (Figura 4).

En el porcentaje de mortalidad no hubo diferencia entre los tratamientos y fue baja (Cuadro 6).

0 a 35 días de edad

Los resultados encontrados a las 5 semanas para las variables estudiadas, se pueden observar en el Cuadro 7. Se puede apreciar que, para la variable ganancia de peso, existió diferencia ($P < 0.05$) entre tratamientos, con una mayor ganancia de peso en los tratamientos 1, 2 y 3 respecto al tratamiento 4 que contenía el mayor porcentaje de inclusión de GSDS (21%). Estos datos se explicaron con un efecto de regresión lineal y cuadrático $Y = 1669.59 + 23.4438x - 11.156x^2$ (Figura 5).

Para consumo de alimento no existió diferencia estadística entre tratamientos. Sin embargo, para conversión alimenticia, si se observó una diferencia significativa ($P < 0.01$) entre tratamientos, obteniendo la peor conversión alimenticia en el tratamiento con 21% de GSDS respecto a los tratamientos con 0, 7 y 14%. Los resultados indicaron un efecto de regresión lineal y cuadrática explicada por la siguiente ecuación $Y = 1.6409 + 0.0087x + 0.0084x^2$ (Figura 6). En el porcentaje de mortalidad, los datos obtenidos no indicaron diferencia estadística entre los tratamientos.

Ciclo completo de 0 a 49 días de edad

Los resultados de las variables a las 7 semanas de experimentación, se muestran en el Cuadro 8. Se puede observar que los datos obtenidos en ganancia de peso y consumo de alimento muestran diferencia ($P < 0.05$) 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 se incrementó hasta el tratamiento con 7% de inclusión de GSDS y a partir del 14% declina este parámetro. Además se puede notar que los tratamientos 3 y 4, tuvieron 2.72 y 3.26% menos peso respectivamente, con relación al tratamiento 1, que fue en el que la aves ganaron más peso (Figura 7). En el consumo de alimento hubo diferencia significativa ($P < 0.01$) entre los cuatro tratamientos, con efecto lineal y cuadrático determinado a partir del cálculo de 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 GSDS y a partir de estos tratamientos existieron mayores consumos en los tratamientos con 14 y 21% de inclusión de GSDS (Figura 8).

Para la variable conversión alimenticia, los resultados obtenidos mostraron diferencias estadísticas 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 GSDS se presentó un efecto detrimental en la conversión alimenticia (Figura 9).

En el porcentaje de mortalidad, los datos obtenidos no indicaron diferencia estadística entre los tratamientos, datos que se encuentran dentro de los parámetros normales de mortalidad en el Valle de México.

Rendimiento de la canal

Los resultados obtenidos del rendimiento de la canal (tipo rosticero), rendimiento de la pechuga con hueso y rendimiento de pierna y muslo, se muestran en el Cuadro 9. Donde se aprecia, que no existió diferencia entre tratamientos para cada una de las variables estudiadas. A pesar de que los pesos en vivo del tratamiento testigo y el tratamiento con 7% de GSDS fueron mejores estadísticamente que con los tratamientos con inclusión de 14 y 21% de GSDS, no hubo diferencia estadística entre tratamientos cuando se midieron los diferentes rendimientos de la canal.

DISCUSIÓN

Los resultados del contenido de proteína y aminoácidos realizados a los GSDS utilizados en el experimento, fueron similares a los mencionados recientemente por otros autores, con “ligeras variaciones” en las cantidades de algunos aminoácidos. Los valores para la mayoría de los aminoácidos son similares a los señalados por Martínez (2005),²² quien tomó muestras de 20 plantas en el estado de Minnesota y los de Batal *et al.* (2003),²⁹ que tomaron muestras de diferentes plantas del oeste medio de Estados Unidos. Sin embargo, para los aminoácidos treonina y arginina los valores reportados estuvieron por debajo de lo señalado por los otros autores. En el caso de treonina se tuvo 5% menos y para arginina, 13% menos que lo señalado por Martínez (2005)²² y 11% menos que lo señalado por Batal *et al.* (2003)²⁹.

Los datos obtenidos en el presente estudio para ganancia de peso para la etapa de iniciación, indican que la inclusión de 14 y 21% de GSDS afectaron esta variable productiva, lo que representó 8.68% menos de peso respecto al tratamiento testigo. El consumo de alimento en la etapa de iniciación aumentó conforme aumentó el nivel de inclusión de GSDS en la dieta, con esto se vio afectada la conversión alimenticia. Estos datos concuerdan con los observados por Lumpkins *et al.* 2004³⁹, quienes encontraron una disminución en la ganancia de peso en los tratamientos con 12 y 18% de inclusión de GSDS durante el periodo de iniciación en pollos alimentados con una dieta a base de maíz-soya. En el porcentaje de inclusión más elevado que estos investigadores utilizaron (18%), los pollos tuvieron 6.56% menos de ganancia de peso respecto al tratamiento testigo (sin inclusión de GSDS).

Waldroup *et al.* (1980)³⁸ encontraron resultados similares a los obtenidos en la etapa de iniciación (0 a 21 días), en donde los pollos con una dieta que contenía el nivel más alto de GSDS (25%) ganaron menos peso respecto al tratamiento testigo con 0% de GSDS. De igual manera, en conversión alimenticia, la peor conversión fue observada en el tratamiento con 20% de inclusión de GSDS.

Cuando se evaluaron las variables productivas en la etapa de crecimiento, se encontró que la ganancia de peso y la conversión alimenticia fueron diferentes entre tratamientos. Hubo menor ganancia de peso y peor conversión alimenticia con el 21% de inclusión de GSDS, con una diferencia de 6.06% menos respecto al tratamiento testigo en el caso de la ganancia de peso y 8.84% en conversión alimenticia.

En estudios con dietas a base de maíz - soya, Lumpinks *et al.* (2004)³⁹ no encontraron diferencia significativa entre tratamientos. Sin embargo, el tratamiento con mayor cantidad de GSDS (18%) fue el que manifestó el peor comportamiento productivo.

En la etapa de finalización los resultados obtenidos en las variables productivas ganancia de peso y consumo de alimento fueron diferentes con los distintos niveles de GSDS, mostrando una disminución de las variables conforme incrementó la inclusión de GSDS en la dieta.

Estos efectos negativos con niveles elevados de GSDS sobre el comportamiento productivo también se han observado en gallinas de postura, Lumpkins *et al.* en 2005⁴⁰ evaluaron dietas con 0 y 15% de inclusión de GSDS. Los resultados mostraron una reducción significativa en la postura, en las aves alimentadas con 15% de GSDS. En general los GSDS son aceptables como

alimento en gallinas de postura, pero los resultados sugieren una inclusión máxima de 10 a 12%. Roberson *et al.* (2005)⁴¹ indicaron que el 15% de GSDS en la dieta, no afectó los parámetros productivos en las gallinas de postura, sin embargo, sugieren que se utilicen niveles inferiores a este, debido a que las dietas utilizadas fueron formuladas con base a aminoácidos totales, dejando a un lado la variabilidad en la digestibilidad de estos, por lo tanto, al utilizar niveles superiores al 15% de inclusión de GSDS disminuían los parámetros productivos debido a la variabilidad en la digestibilidad de los aminoácidos.

El efecto negativo observado en el crecimiento y conversión alimenticia que se presentó cuando se adicionaron GSDS en las dietas por encima del 7% sugiere un desbalance de aminoácidos en la formulación, debido a que la inclusión elevada de GSDS reemplaza de manera importante a la pasta de soya, la cual tiene un mejor perfil de aminoácidos comparados con los GSDS, tal como lo mencionan Lumpkins *et al.* 2004³⁹.

Cuando se analizó el consumo de los aminoácidos lisina, metionina y treonina en las diferentes dietas, se observa que estos fueron similares en los 4 tratamientos. Sin embargo, en el consumo de arginina, las dietas con GSDS fueron deficientes en este aminoácido, conforme aumentó la inclusión de GSDS, debido a que la pasta de soya, la cual es rica en arginina, fue sustituida gradualmente por los GSDS, lo que origina que no se cumplan los requerimientos recomendados para la estirpe Ross 308,⁴⁶ disminuyendo la ganancia de peso y aumentando el consumo de alimento conforme aumentó la inclusión de GSDS desde la etapa de iniciación.

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 de GSDS, este efecto probablemente pudo ser debido a que se tuvo mayor peso de vísceras respecto a la carne magra. Estos datos obtenidos, no pueden ser comparados con otros autores, ya que no reportan datos sobre el rendimiento de la canal cuando las aves son alimentadas con GSDS. Por lo que es importante generar esta información con la finalidad de ver su posible impacto en la calidad de la canal.

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos de pollos de engorda alimentados durante 49 días con dietas a base de sorgo-soya incluyendo GSDS a distintos niveles (7, 14 y 21%), se puede inferir que:

- La adición de 7% de GSDS no afectó el comportamiento productivo en las etapas de iniciación, crecimiento y finalización.
- La inclusión de 14 y 21% de GSDS afectaron negativamente el comportamiento productivo durante la etapa de iniciación, crecimiento y finalización.
- El uso de diferentes porcentajes de inclusión de GSDS en dietas para pollos de engorda (7, 14 y 21%), no afectaron el rendimiento de la canal tipo rosticero, rendimiento de la pechuga y rendimiento de pierna y muslo.
- El uso de subproductos como los GSDS, son una fuente alternativa de proteína y energía en dietas sorgo-soya para pollos de engorda.
- Es importante evaluar el perfil de aminoácidos digestibles antes de formular las dietas con inclusión de GSDS, para evitar un desbalance que afecte las variables productivas.

LITERATURA CITADA

- 1.- Washington (Agencias). Costos de guerras de EU se disparan. El Universal 2007 noviembre 14; Sec El Mundo: 2 (col 2).
- 2.- Hernández J. Bush da su respaldo a Exxon ante Chávez. El Universal 2008 febrero 14; Sec El Mundo: 3 (col 1).
- 3.- Vales J. Caracas rompe relaciones comerciales con Exxon. El Universal 2008 febrero 13; Sec El Mundo: 3 (col1).
- 4.- Cruz S. Descenso acelerado de reservas petroleras. El Universal 2007 julio 26; Sec Finanzas: 5 (col 2).
- 5.- Anaya J. Panorama petrolero. La Jornada 2007 julio 31; Sec Economist Intelligence Unit: 1 (col 1).
- 6.- Jalife-Rahme A. La nueva guerra fría del petróleo. La Jornada 2005 marzo 2; Sec Política: 4 (col 2).
- 7.- Cocimano G. Biocombustibles: Una encrucijada latinoamericana. La Jornada Semanal 2007 septiembre 16; Sec Ensayo: 1 (col 1).
- 8.- Anaya J. El petróleo, la mercancía más importante del mundo. La Jornada 2006 julio 11; Sec Economist Intelligence Unit: 1 (col 1).
- 9.- Restrepo I. Etanol vs. gasolinas. La jornada 2006 mayo 22; Sec Opinión: 3 (col 1).
- 10.- Enciso L. EU reducirá aún más las exportaciones de maíz; utilizará el grano para elaborar etanol. La Jornada 2007 julio 4; Sec Sociedad y justicia: 3 (col 2).

- 11.- REUTERS. Industria del etanol aumentará demanda de maíz estadounidense. La Jornada 2006 noviembre 10; Sec Economía: 2 (col 4).
- 12.- Rojas F. Biocombustibles. El Universal 2008 enero 8; Sec Editoriales: 2 (col 3).
- 13.- Sarukhán J. Biocombustibles II. El Universal 2007 octubre 19; Sec Editoriales:4 (col 1).
- 14.- Nadal A. Maíz y etanol: Escenarios problemáticos. La Jornada 2007 junio 13; Sec Opinión: 1 (col 5).
15. - 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.
- 16.- Márquez A. Reporte económico, biocombustibles. La Jornada 2008 febrero 4; Sec Opinión: 6 (col 3).
- 17.- Incrementó el consumo de DDGS. Nutriciero 2007 mayo/junio vol.4 No.22; Sec Nutrinoicias: 4.
18. - Shurson G. Spieshs M. Whitney M. The use of maize distiller's dried grain with solubles in pig diets. Anim Sci 2004; 9.
- 19.- Basurto KV, El debate del uso de DDGS. Los avicultores y su entorno 2007; abril-mayo:125-128.
- 20.- Paasch L. Semblanza de la producción y comercialización del maíz. Memorias de la XXXII Convención anual ANECA; 2007 abril 25-28; Acapulco (Guerrero) México. México (DF): Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas, AC, 2007:386-400.
- 21.- Sarukhán J. Biocombustibles I. El Universal 2007 octubre 5; Sec Editoriales: 2 (col 5).

22.- Martínez AC. Nutritional evaluation of DDGS for poultry (tesis de doctorado PHD). Urbana-Champaign (Illinois) University of Illinois, 2005.

23.- Wright KN. Nutritional properties and feeding value of corn and its by-products. Corn. Chemistry and Technology. ed. American Association of Cereal Chemist. 1987.

24.- Davis K. Corn Milling, processing and generation of co-products. 62nd Minnesota Nutrition Conference and Minnesota Corn Growers Association Technical Symposium. September 11-12. Bloonington, MN. 2001.

25.- Kelsall DR, Lyons TP. Grain dry milling and cooking procedures: Extracting sugars in preparation for fermentation. The alcohol textbook. 4th edition. ed. Kelsall Nottingham University Press. Alltech Inc. 2003.

26.- Power RF. Enzymatic conversion of starch to fermentable sugars. The alcohol textbook. 4th edition. ed. Kelsall Nottingham University Press. Alltech Inc. 2003.

27.- Poet Energy [Página de internet]. South Dakota: Poet Ethanol products. 2007 [consultado en 2008 feb 28] Disponible desde: <http://www.poetenergy.com/learn/process.asp/> .

28.- 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 of Poult Sci 2007; 6: 478- 483.

29.- Dale N, Batal A. Nutritional value of distillers dried grains and solubles for poultry. 19th Annual Carolina Nutrition Conf; 2003 octubre 30; Research Triangle Park (NC) EUA.

- 30.- Martinez AC, Parsons CM, Noll SL. Content and relative bioavailability of phosphorus in distiller dried grains whit soluble in chicks. *Poult Sci* 2004; 83:971-976.
- 31.- Lumpkins BS, Batal AB. The bioavailability of lysine and phosphorus in distillers dried grains whit solubles. *Poult Sci* 2005; 84: 581-586.
32. - Noll S, Stangeland V, Speers G, Brannon J. Distillers grains in poultry diets. 62nd Minnesota Nutrition Conf. and Minnesota Corn Growers Association Technical Symposium; 2001 septiembre 11-12; Bloomington (MN) EUA.
- 33.- Cromwell G, Herkelman K, Stahly. Physical, chemical, and nutritional characteristics of distillers dried grains with solubles for chicks and pigs. *J Anim Sci* 1993; 71: 679-686.
- 34.– Scott ML. Distillers dried solubles for maximum broiler growth and maximum early egg size. *Proc Distillers Res Council* 1965; 20: 55-57.
- 35.- Runnels TD. Effective levels of distillers feeds in pultry rations. *Proc. Distillers Res. Council* 1968; 23 15-22.
- 36.- Potter LM. Studies with distillers feeds in turkey rations. *Proc. Distillers Res. Council* 1970; 25 19-24.
- 37.- Jensen LS. Distillers feeds as sources of unidentified factors for laying hens. *Proc. Distillers Res. Council* 1978; 33: 17-22.
- 38.- 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.
- 39.- Lumpkins BS, Batal AB, Dale NM. Evaluation of distillers dried grains whit solubles as a feed ingredient for broilers. *Poult Sci* 2004; 83 1891-1896.
- 40.- Lumpkins B, Batal A, Dale N. Use of distillers dried grains plus solubles in laying hen diets. *J Appl Poult Res* 2005; 14 25-31.

- 41.- Roberson KD, Kalbfleisch JL, Pan W, Charbeneau RA. Effect of corn distiller's dried grains with solubles at various levels on performance of laying hens and egg yolk color. *Int J of Poult Sci* 2005; 2 44-51.
- 42.- INEGI. Tláhuac: Cuaderno de información básica delegacional. INEGI, México 1992
- 43.- Leeson S, Summers JD. *Comercial poultry nutrition*. 3rd ed. Guelph, Ontario Canadá: University Books, 2005.
- 44.- Leeson S, Summers JD. Measurement of diet and ingredient quality. In: *Nutrition of the chicken*. Leeson S, Summers JD, editors. Guelph. Ontario: University books, 2001: 513-543.
- 45.- Cochran WG, Cox GM. *Diseños experimentales*. Editorial Trillas, 1965.
- 46.- Aviagen Incorporated. *Manual Ross 308*. USA (Alabama): Aviagen Inc, 2001.

Cuadro 1. Composición de las dietas experimentales para pollos de engorda en iniciación de 0 a 21 días de edad.

INGREDIENTE	CANTIDAD kg/ton			
	Tx 1 (0%)	Tx2 (7%)	Tx3 (14%)	Tx4 (21%)
SORGO	544.474	528.373	512.269	490.732
PASTA DE SOYA	368.352	328.753	289.155	250.494
GSDS	---	70.000	140.000	210.000
ACEITE VEGETAL	39.885	25.086	10.289	--
ORTOFOSFATO	18.586	17.794	17.003	16.226
CARBONATO DE CALCIO	15.344	15.947	16.554	17.153
CLORURO DE SODIO	4.343	4.167	3.992	3.818
DL-METIONINA 99%	3.033	2.901	2.766	2.633
L-LISINA HCL	1.899	2.712	3.525	4.318
MINERALES**	1.000	1.000	1.000	1.000
VITAMINAS*	1.000	1.000	1.000	1.000
CLORURO DE COLINA 60%	1.000	1.000	1.000	1.000
COCCIDIOSTATO	0.500	0.500	0.500	0.500
BACITRACINA	0.300	0.300	0.300	0.300
L-TREONINA	0.235	0.414	0.598	0.777
ANTIOXIDANTE	0.050	0.050	0.050	0.050
TOTAL	1000	1000	1000	1000

ANÁLISIS CALCULADO

PROTEÍNA %	22.00	22.00	22.00	22.00
METIONINA%	0.632	0.629	0.626	0.622
MET+CIST%	0.970	0.974	0.978	0.982
LISINA%	1.350	1.351	1.353	1.355
TREONINA%	0.870	0.870	0.887	0.895
ARGININA%	1.493	1.437	1.381	1.327
CALCIO%	1.000	1.000	1.000	1.000
FÓSFORO DISP. %	0.500	0.500	0.500	0.500
EM (Kcal/kg)	3040	3040	3040	3040

*Proporciona por kg. Vitamina A, 3 000 000 UI; Vitamina D₃, 750 000 UI; Vitamina E, 6 000 UI; Vitamina K₃, 1.0 g; Riboflavina, 4 g; B₁₂, 0.060 g; Piridoxina, 3.0 g; Pantotenato de calcio, 13.0 g; Niacina, 25 g; Biotina, 0.063 g; cloruro de colina, 250 g.

** Proporciona por kg. Selenio, 0.2 g; cobalto, 0.1 g; Yodo, 0.3 g; Cobre, 10 g; Zinc, 50 g; Hierro, 100 g; Manganeseo, 100 g; Excipiente cbp, 1000 g

Cuadro 2. Composición de las dietas experimentales para pollos de engorda en crecimiento de 22 a 35 días de edad.

INGREDIENTE	CANTIDAD kg/ton			
	Tx 1 (0%)	Tx2 (7%)	Tx3 (14%)	Tx4 (21%)
SORGO	589.778	574.159	558.539	542.920
PASTA DE SOYA	318.511	278.829	239.147	199.465
GSDS	---	70.000	140.000	210.000
ACEITE VEGETAL	48.141	33.186	18.230	3.275
ORTOFOSFATO	16.410	15.617	14.824	14.031
CARBONATO DE CALCIO	13.935	14.541	15.147	15.752
CLORURO DE SODIO	4.616	4.441	4.266	4.090
DL-METIONINA 99%	2.364	2.187	2.010	1.834
L-LISINA HCL	1.515	2.311	3.107	3.904
PIGMENTO	1.330	1.330	1.330	1.330
MINERALES**	1.000	0.500	0.500	0.500
VITAMINAS*	1.000	1.000	1.000	1.000
CLORURO DE COLINA 60%	1.000	1.000	1.000	1.000
COCCIDIOSTATO	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
TOTAL	1000	1000	1000	1000

ANÁLISIS CALCULADO

PROTEÍNA %	20.00	20.00	20.00	20.00
METIONINA%	0.539	0.531	0.524	0.516
MET+CIST%	0.850	0.850	0.850	0.850
LISINA%	1.180	1.180	1.180	1.180
TREONINA%	0.764	0.755	0.745	0.736
ARGININA%	1.329	1.273	1.217	1.161
CALCIO%	0.900	0.900	0.900	0.900
FÓSFORO DISP. %	0.450	0.450	0.450	0.450
EM (Kcal/kg)	3140	3140	3140	3140

*Proporciona por kg. Vitamina A, 3 000 000 UI; Vitamina D₃, 750 000 UI; Vitamina E, 6 000 UI; Vitamina K₃, 1.0 g; Riboflavina, 4 g; B₁₂, 0.060 g; Piridoxina, 3.0 g; Pantotenato de calcio, 13.0 g; Niacina, 25 g; Biotina, 0.063 g; cloruro de colina, 250 g.

** Proporciona por kg. Selenio, 0.2 g; cobalto, 0.1 g; Yodo, 0.3 g; Cobre, 10 g; Zinc, 50 g; Hierro, 100 g; Manganeseo, 100 g; Excipiente cbp, 1000 g.

Cuadro 3. Composición de las dietas experimentales para pollos de engorda en crecimiento de 36 a 49 días de edad.

INGREDIENTE	CANTIDAD kg/ton			
	Tx 1 (0%)	Tx2 (7%)	Tx3 (14%)	Tx4 (21%)
SORGO	629.162	613.350	597.536	581.724
PASTA DE SOYA	269.69	230.042	95.197	75.372
GSDS	---	70.000	140.000	210.000
ACEITE VEGETAL	53.78	38.888	23.996	9.102
ORTOFOSFATO	15.226	14.434	13.642	12.848
CARBONATO DE CALCIO	13.394	13.998	14.604	15.210
CLORURO DE SODIO	5.152	4.976	4.800	4.626
DL-METIONINA 99%	2.406	2.230	2.052	1.876
L-LISINA HCL	2.128	2.922	3.718	4.514
PIGMENTO	5.330	5.330	5.330	5.330
MINERALES**	0.500	0.500	0.500	0.500
VITAMINAS*	1.000	1.000	1.000	1.000
CLORURO DE COLINA 60%	1.000	1.000	0.500	1.000
L-TREONINA	0.382	0.480	0.578	0.676
COCCIDIOSTATO	0.500	0.500	0.500	0.500
BACITRACINA	0.300	0.300	0.300	0.300
ANTIOXIDANTE	0.050	0.050	0.050	0.050
TOTAL	1000	1000	1000	1000

ANÁLISIS CALCULADO

PROTEÍNA %	18.00	18.00	18.00	18.00
METIONINA%	0.516	0.508	0.501	0.493
MET+CIST%	0.800	0.508	0.800	0.800
LISINA%	1.090	1.090	1.090	1.090
TREONINA%	0.720	0.720	0.720	0.720
ARGININA%	1.167	1.111	1.055	0.999
CALCIO%	0.850	0.850	0.850	0.850
FÓSFORO DISP. %	0.420	0.420	0.420	0.420
EM (Kcal/kg)	3200	3200	3200	3200

*Proporciona por kg. Vitamina A, 3 000 000 UI; Vitamina D₃, 750 000 UI; Vitamina E, 6 000 UI; Vitamina K₃, 1.0 g; Riboflavina, 4 g; B₁₂, 0.060 g; Piridoxina, 3.0 g; Pantotenato de calcio, 13.0 g; Niacina, 25 g; Biotina, 0.063 g; cloruro de colina, 250 g.

** Proporciona por kg. Selenio, 0.2 g; cobalto, 0.1 g; Yodo, 0.3 g; Cobre, 10 g; Zinc, 50 g; Hierro, 100 g; Manganeso, 100 g; Excipiente cbp, 1000 g.

Cuadro 4. Perfil de aminoácidos en los GSDS empleados en las dietas experimentales mediante la técnica de NIRS y su comparación con otros autores.

Aminoácidos	GSDS experimentales*	Martínez (2005) ²²	Cromwell et al. (1993) ^{33 **}		Batal et al. (2003) ²⁹
Metionina	0.54	0.60	0.53	0.53	0.56
Cistina	0.51	0.40	0.47	0.58	0.62
Lisina	0.81	0.75	0.59	0.76	0.85
Treonina	0.96	0.92	1.08	0.89	1.05
Triptófano	0.21	0.19	0.18	0.21	0.28
Arginina	1.26	0.98	0.99	1.16	1.25
Isoleucina	0.98	1.00	1.09	0.99	1.03
Leucina	2.90	2.20	3.83	3.38	3.10
Valina	1.30	1.30	1.43	1.38	-
Histidina	0.72	0.66	0.81	0.73	0.74
Fenilalanina	1.26	1.20	1.66	1.42	-

*La muestra evaluada tuvo un contenido de proteína de 27.48% en base seca del 91%.

** Datos tomados de 2 plantas diferentes de producción de etanol.

Cuadro 5. Coeficientes de digestibilidad en los GSDS de los aminoácidos empleados en las dietas experimentales y su comparación con otros autores.

Aminoácidos	GSDS experimentales	Martínez (2005) ²²	Batal et al. (2003) ²⁹
Metionina	85	88	89
Cistina	76	77	75
Lisina	75	72	75
Treonina	71	76	76
Triptófano	80	83	84
Arginina	73	86	84
Isoleucina	83	83	83
Leucina	88	90	89
Valina	80	82	-
Histidina	80	83	84
Fenilalanina	88	89	-

Cuadro 6. Resultados promedio de las variables a los 21 días de experimentación.

GSDS %	Ganancia de peso (g)*	Consumo de alimento (g)*	Conversión alimenticia (kg/kg)*	Mortalidad (%)**
1.- 0%	726 a	1065 b	1.46 c	1.78
2.- 7%	725 a	1096 ab	1.51 bc	1.19
3.- 14%	710 ab	1134 a	1.59 b	1.19
4.- 21%	663 b	1150 a	1.73 a	2.97

*Valores con distinta letra son diferentes ($P < 0.01$).

**No se encontró diferencia significativa entre tratamientos.

Cuadro 7. Datos de las variables a los 35 días de experimentación.

GSDS %	Ganancia de peso (g)*	Consumo de alimento (g)**	Conversión alimenticia (kg/kg)*	Mortalidad (%)**
0%	1684 a	2793	1.65 b	2.97
7%	1662 ab	2815	1.69 b	2.38
14%	1648 ab	2873	1.74 ab	4.16
21%	1582 b	2861	1.81 ab	4.16

*Valores con distinta letra son diferentes ($P < 0.05$).

**No se encontró diferencia significativa entre tratamientos.

Cuadro 8. Resultados promedio de las variables a los 49 días de experimentación.

GSDS %	Ganancia de peso (g)*	Consumo de alimento (g)*	Conversión alimenticia (kg/kg)*	Mortalidad (%) **
0%	2940 a	5536 b	1.89 b	9.52
7%	2929 a	5574 b	1.90 b	4.16
14%	2860 b	5720 a	2.01 ab	7.14
21%	2844 c	5763 a	2.03 a	7.73

*Valores con distinta letra son diferentes ($P < 0.05$).

**No se encontró diferencia significativa entre tratamientos.

Cuadro 9. Rendimiento de la canal, pechuga y pierna y muslo. *

Tratamientos	Rendimiento de la canal (%)	Rendimiento de pechuga (%)	Rendimiento de pierna y muslo (%)
1.- 0%	71.1	26.3	11.0
2.- 7%	70.2	25.6	11.1
3.- 14%	70.5	26.0	11.1
4.- 21%	70.1	25.5	11.0

*No se encontró diferencia significativa entre tratamientos.

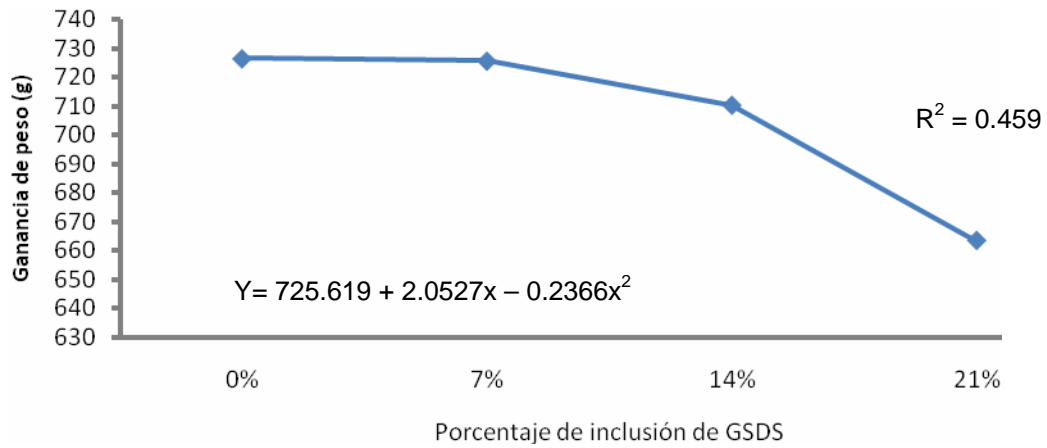


Figura 2. Ganancia de peso a los 21 días de edad en pollos alimentados con GSDS.

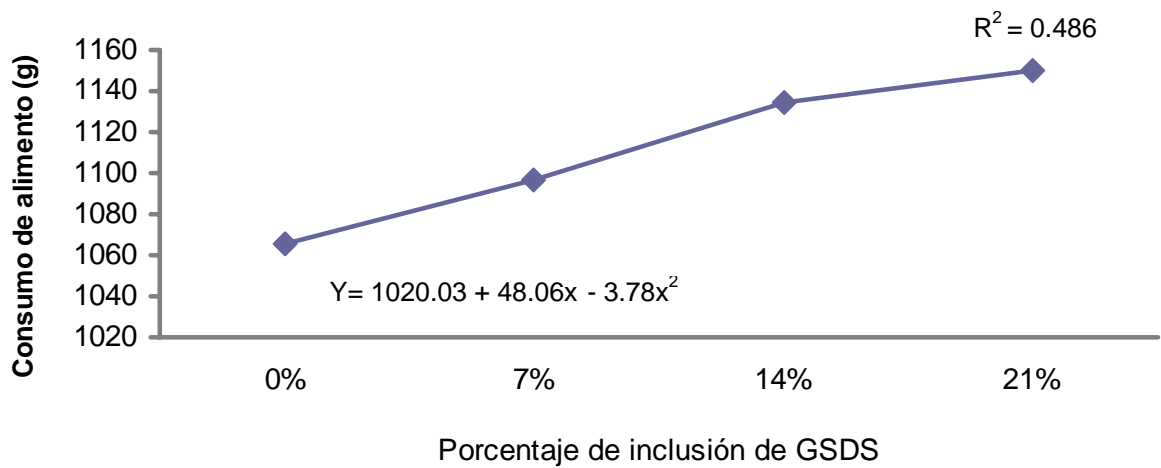


Figura 3. Consumo de alimento a los 21 días de edad.

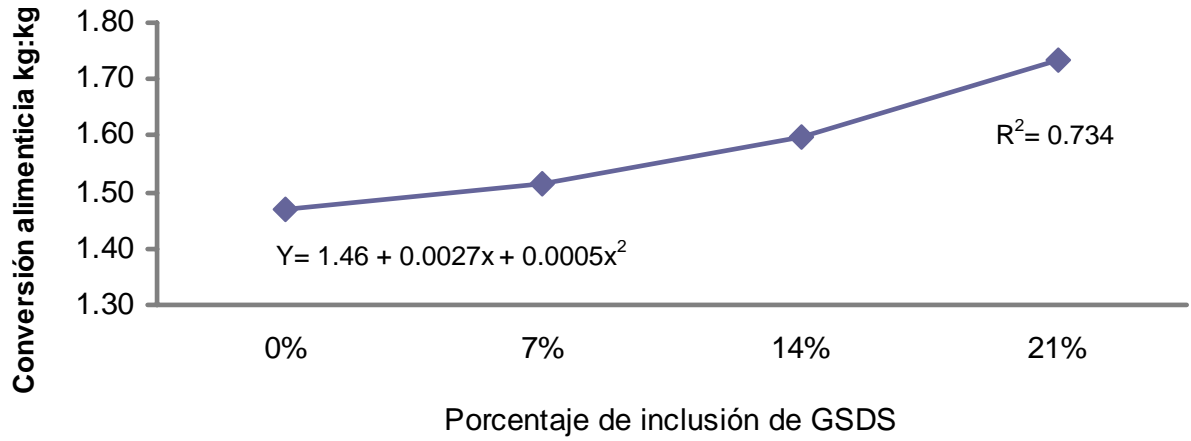


Figura 4. Conversión alimenticia a los 21 días de edad.

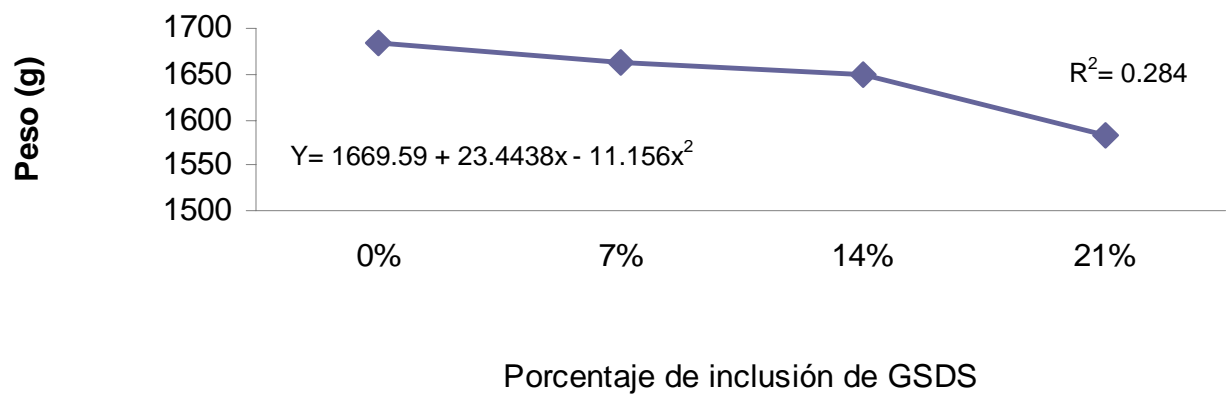


Figura 5. Ganancia de peso a los 35 días de edad.

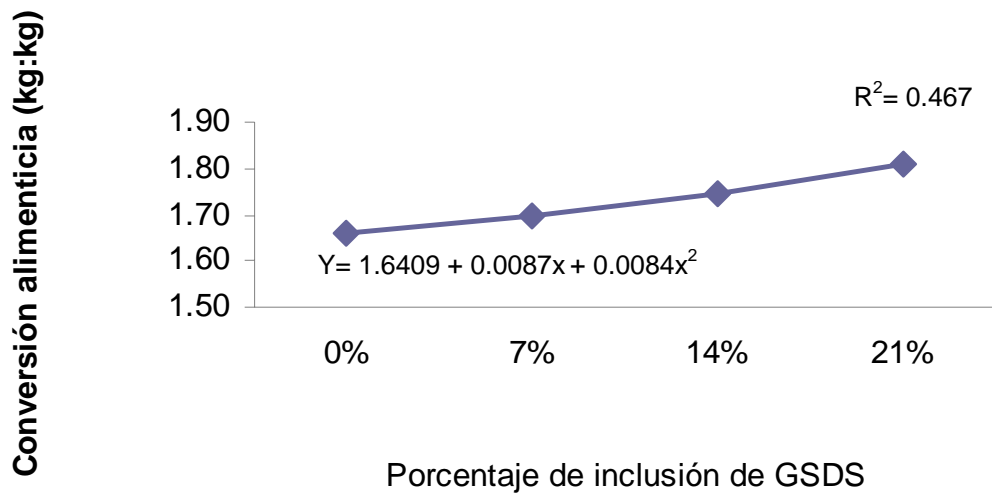


Figura 6. Conversión alimenticia a los 35 días de edad.

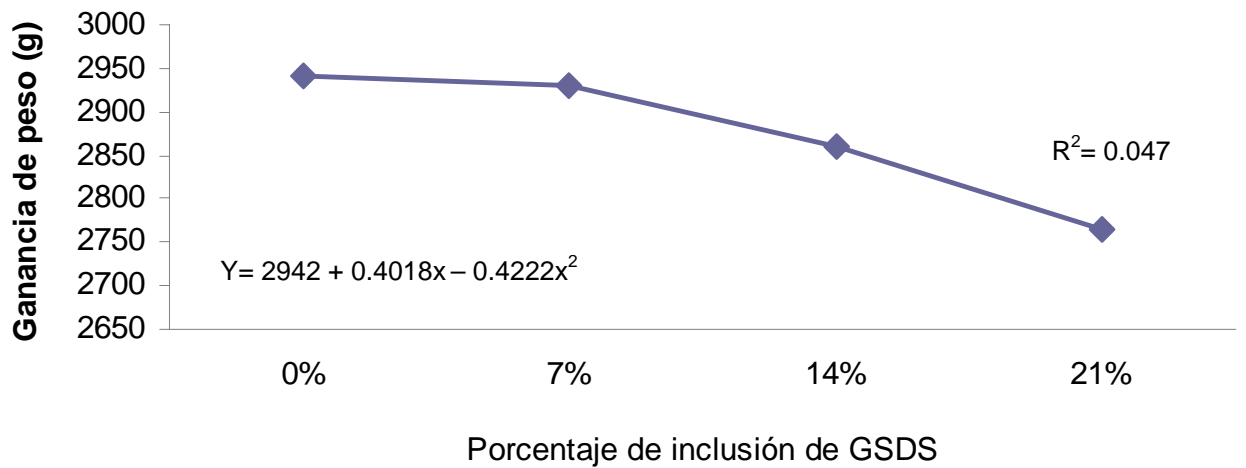


Figura 7. Ganancia de peso a los 49 días de edad.

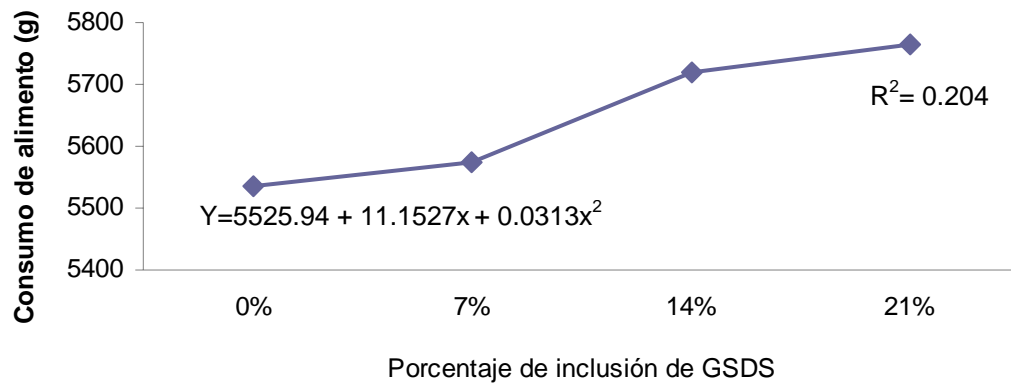


Figura 8. Consumo de alimento a los 49 días de edad.

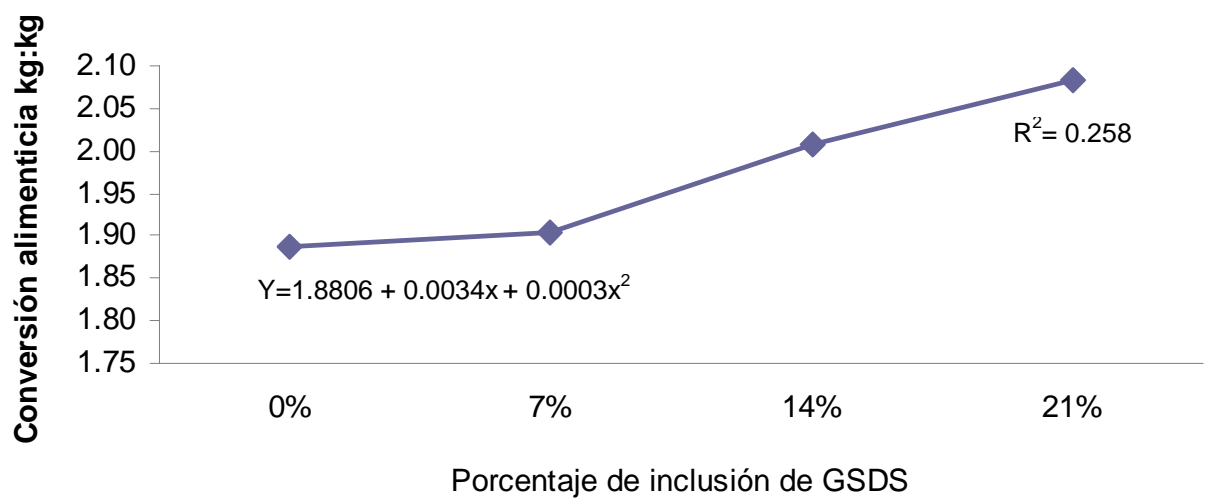


Figura 9. Conversión alimenticia a los 49 días de edad.