



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE MAESTRIA EN CIENCIAS BIOLOGICAS

**USO DE GRANOS SECOS DE DESTILERIA CON
SOLUBLES Y ENZIMAS EN LA PRODUCCION DE POLLO
DE ENGORDA**

T E S I S

QUE PRESENTA:

MVZ. LUIS GARIBAY TORRES

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS BIOLOGICAS

AREA TEMATICA: PRODUCCION Y SALUD ANIMAL

Morelia, Michoacán, México

Agosto 2010



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE MAESTRIA EN CIENCIAS BIOLOGICAS

**USO DE GRANOS SECOS DE DESTILERIA CON
SOLUBLES Y ENZIMAS EN LA PRODUCCION DE POLLO
DE ENGORDA**

T E S I S

QUE PRESENTA:

MVZ. LUIS GARIBAY TORRES

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS BIOLOGICAS

AREA TEMATICA: PRODUCCION Y SALUD ANIMAL

ASESOR PRINCIPAL

DR. JOSE ARCE MENOCAL

CO-ASESORES

DR. ERNESTO AVILA GONZALEZ

DR. CARLOS LOPEZ COELLO

DR. DANIEL CAMACHO FERNANDEZ

DR. RAUL ORTEGA GONZALEZ

Morelia, Michoacán, México

Agosto 2010



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE
HIDALGO DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas

DR. HÉCTOR EDUARDO MARTÍNEZ FLORES
COORDINADOR GENERAL DEL PROGRAMA INSTITUCIONAL DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTE

Por este conducto nos permitimos comunicarle que después de haber revisado el manuscrito final de la Tesis Titulada: "USO DE GRANOS SECOS DE DESTILERIA CON SOLUBLES Y ENZIMAS EN LA PRODUCCIÓN DE POLLO DE ENGORDA", presentado por el M.V.Z. LUIS GARIBAY TORRES, consideramos que reúne los requisitos suficientes para ser publicado y defendido en Examen de Grado de Maestría en Ciencias.

Sin otro particular por el momento, reiteramos a usted un cordial saludo.

ATENCAMENTE

Morelia, Michoacán, a 13 de agosto de 2010

MEMBROS DEL COMITÉ REVISOR

Dr. José Arce Menocal

Dr. Ernesto Ávila González

Dr. Carlos López Chello

Dr. Raúl Ortega González

Dr. Daniel Canacho Fernández

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado con respeto a mis padres Juan Garibay Lúa e Amalia Torres Melchor, por haberme brindado el regalo más importante que es la vida. Por creer que con esfuerzo, entusiasmo y dedicación se pueden realizar los objetivos anhelados en la vida:

A mis hermanos y su familia

Roberto, Lucy, Enriqueta, Esmeralda, Juan, Tomas, Bladimir, Viridiana y Armando

Dedicatoria especial:

Este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo de numerosas personas, con las cuales estoy sumamente agradecido, en forma especial con los Drs. José Arce Menocal y Raúl Ortega González, por tal motivo deseo dedicarles a ellos, este trabajo por su profesionalismo y amistad.

AGRADECIMIENTOS

A Dios nuestro señor, que gracias a él tengo la oportunidad de estar en este sendero.

Por su apoyo económico a la empresa “**Integración y Desarrollo Agropecuario SA de CV**” y al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)** por la beca otorgada durante 24 meses. (215554).

El más sincero y afectuoso agradecimiento **a mi Comité Tutorial** conformado por los Doctores: José Arce Menocal, Raúl Ortega González, Carlos López Coello, Ernesto Ávila González y Daniel Camacho Fernández.

A la **Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.**

A la empresa NOVUS en especial al Dr. Daniel Camacho Fernández quien sin su desinteresado apoyo, no hubiera sido posible el desarrollo de las pruebas.

A la empresa DSM en especial a los Doctores Sergio Fernández y Silvestre Charraga quienes sin su apoyo no hubiera sido posible el desarrollo de las pruebas

A mis amigos y compañeros de estudio: **Weber Ángeles Loesa, Leticia Lara Zarate y Roberto Guante Catalán.**

De forma especial a **Katy**, quien ha sido parte fundamental en la motivación de mi superación al brindarme su compañía y comprensión.

¡A TODOS MUCHAS GRACIAS!

INDICE

Concepto	Página
RESUMEN	
1. INTRODUCCION	1
2. LOS GRANOS SECOS DE DESTILERIA CON SOLUBLES (DDGS)	3
2.1 Procesos de obtención	4
2.2 Características físicas	5
2.3 Características nutricionales	5
2.4 Valor proteínico	6
2.5 Contenido de aminoácidos	6
2.6 Energía metabolizable	7
2.7 Contenido de fósforo disponible	7
2.8 Contenido de otros minerales	8
3. FACTORES DE RIESGO	9
3.1 Micotoxinas	9
4. VENTAJAS DE LOS GRANOS SECOS DE DESTILERIA CON SOLUBLES	10
5. NIVELES DE INCLUSION	11
5.1 El uso de DDGS con enzimas	13
6. ENZIMAS	14
6.1 Uso de enzimas en la alimentación de pollos	17
6.2 Proteasas	18
6.3 Mananasas	18
6.4 Fitasas	19
6.5 Xilanasas, Celulosas y β -glucanasas	20
6.6 Pectinasas	20
6.7 Amilasas	21
7. OBJETIVO GENERAL	23
7.1 Específicos	23
8. MATERIALES Y METODOS	24

8.1 Experimento 1	24
8.2 Experimento 2	25
9. RESULTADOS	29
9.1 Experimento 1	29
9.2 Experimento 2	31
10. DISCUSION	34
11. CONCLUSIONES	37
12. BIBLIOGRAFIA	38
CUADROS Y FIGURAS	
1. Perfil de nutrientes de DDGS y maíz con rango de valores analíticos	8
2. Identificación y características de los tratamientos (experimento 1)	24
3. Identificación y características de los tratamientos (experimento 2)	26
4. Composición de las dietas utilizadas de 0 a 21 días de edad del experimento 1	44
5. Composición de las dietas utilizadas de 22 a 35 días de edad del experimento 1	45
6. Composición de las dietas utilizadas de 36 a 46 días de edad del experimento 1	46
7. Composición de las dietas utilizadas de 0 a 21 días de edad del experimento 2	47
8. Composición de las dietas utilizadas de 22 a 35 días de edad del experimento 2	48
9. Composición de las dietas utilizadas de 36 a 49 días de edad del experimento 2	49
10. Valores de las matrices de las enzimas utilizadas en la formulación de las dietas experimentales del experimento 2	50
11. Evolución del peso corporal (g) del experimento 1	51
12. Evolución del consumo de alimento (g) del experimento 1	52
13. Evolución de la conversión de alimento (g/g) del experimento 1	53
14. Evolución de la mortalidad general (%) del experimento 1	54

15.	Valores obtenidos en la longitud en tibia (mm), cenizas (%), resistencia ósea, de intestino y piel (Kg/fuerza) en pollos de engorda a los 46 días del experimento 1	55
16.	Valores obtenidos de la pigmentación en pollos de engorda a los 46 días de edad del experimento 1	56
17.	Costos en pesos mexicanos (MN), por kilogramos de carne producida por concepto de ave y alimento del experimento 1	57
18.	Evolución del peso corporal (g) del experimento 2	58
19.	Evolución del consumo de alimento (g) del experimento 2	59
20.	Evolución de la conversión de alimento (g/g) del experimento 2	60
21.	Evolución de la mortalidad general (%) del experimento 2	61
22.	Resistencia en tibia (Kg/fuerza) del experimento 2	62
23.	Costos en pesos mexicanos (MN) por kilogramos de carne producida por concepto de ave y alimento del experimento 2	63
	ANEXOS	63

RESUMEN

Se realizaron dos experimentos con el objeto de evaluar un nivel de inclusión comercial de 14% y 10% de granos secos de destilería con solubles (DDGS), con y sin el uso de enzimas en dietas a base de maíz-soya y sorgo-soya en el pollo de engorda, sobre los parámetros productivos e índices económicos, así como la resistencia del intestino (yeyuno) tibia, piel, y la pigmentación en piel y contenido de cenizas en tibia desengrasada. Para el primer experimento se utilizaron 2240 pollitos machos de 1 día de edad, los cuales se mantuvieron en producción hasta los 46 días de edad. Se distribuyeron mediante un diseño completamente al azar en 8 tratamientos con 7 réplicas de 40 aves. Los tratamientos consistieron: 1) Dieta control con maíz-soya sin DDGS y sin enzimas; 2) Dieta con maíz-soya y 14% de DDGS y sin enzimas; 3) Como 2 + proteasa a una dosis de 500 g/t; 4) Como 2 + mananasa a una dosis de 500 g/t; 5) Como 2 - 7.5% de PC y aminoácidos (metionina + cistina, lisina, treonina y triptofano) y sin enzimas; 6) Como 5 + proteasa a una dosis de 500 g/t; 7) Como 2 - 100 kcal de EM/t y sin enzimas; 8) Como 7 + mananasa a una dosis de 500 g/t. Para el segundo experimento, se utilizaron 2200 pollitos machos de 1 día de edad, los cuales se mantuvieron en producción hasta los 49 días de edad. Se distribuyeron mediante un diseño completamente al azar en 7 tratamientos con 6 replicas de 50 aves. Los tratamientos consistieron: 1) Dieta control con sorgo-soya; 5% de DDGS en iniciación y 10% en las etapas de crecimiento y finalización, sin enzimas; 2) Como el 1 + 185 ppm de Fitasa, menos 0.10% de Fósforo, Calcio, Kcal de EM y Aminoácidos (metionina + cistina y lisina); 3) Como el 1 + 400 ppm de Fitasa, menos 0.13% de Fósforo, Calcio y 45 Kcal de EM/t y AA; 4) Como el 2 + 400 ppm de amilasa, B-glucanasa + 100 ppm de xilanasa menos 45 Kcal de EM/t; 5) Como el 2 + 350 ppm de glucanasa, pectinasa y xilanasa, menos 40 Kcal de EM/t y AA; 6) Como el 3 + 350 ppm de glucanasa, pectinasa y xilanasa, menos 40 Kcal de EM/t y menos 0.13% de AA (metionina + cistina y lisina); 7) Como el 2 + 100 ppm del complejo enzimático de glucanasa y xilanasa, menos 45 Kcal de EM/t. Para el primer ensayo los niveles del 14% de DDGS, sin la adición de enzimas, mostraron un 5.6% menos del peso corporal y 3.6% más alto el índice de conversión, con relación a las aves que estuvieron alimentadas sin DDGS y sin enzimas. El disminuir los índices de proteína cruda en un 7.5% y 100 Kcal de la energía metabolizable, con niveles de 14% de DDGS, con y sin las enzimas proteasa y mananasas, no ayudaron a mejorar el peso corporal, ni los índices económicos, con relación a las aves que estuvieron alimentadas sin DDGS, sin enzimas y sin la reducción de la proteína y energía. No se encontraron efectos significativos ($P>0.05$), con la adición de las enzimas proteasa y mananasa, al incluir 14% de DDGS y reducciones de proteína y energía, sobre la mortalidad general (%), longitud de tibia (mm), resistencia de tibia, intestino y piel (kg/fuerza), así como en los valores de pigmentación, obtenidos al final del primer trabajo. Para el segundo ensayo, los niveles de 5% en iniciación y 10% en crecimiento y finalización de DDGS con inclusiones de 185 ppm de fitasa, con una disminución de 0.10 % de fósforo, calcio, Kcal de EM/t y aminoácidos en la dieta, mejoraron la conversión de alimento y los índices económicos, al final del trabajo. La mayor resistencia de la tibia (kg/fuerza), fue para los tratamientos en donde se incluyeron además de la fitasa un complejo enzimático, con niveles de 5% en iniciación y 10% en crecimiento y finalización. Por lo que se concluye, utilizar niveles del 10% de DDGS en dietas del pollo de engorda, con complejos enzimáticos.

PALABRAS CLAVE: Granos secos de destilería con solubles/ Enzimas/ Pollo de engorda/ Parámetros productivos

1. INTRODUCCION

La industria avícola mexicana tiene como fortaleza una sólida estructura basada en empresas consolidadas, con capacidad financiera, administrativa y tecnología competitiva a nivel internacional, pero en cuanto a sus debilidades se tiene la dependencia total del extranjero de material genético y en gran parte también al aporte de ingredientes, como maíz y sorgo así como a las fuentes proteicas tanto de origen animal como vegetal, utilizadas para la elaboración de las dietas. Esta situación no es propia de México, ocurre en la mayoría de los países que no han podido ser autosuficientes o bien cuyos productos generados han tenido otros destinos diferentes a la avicultura como es el caso de la harina de pescado y el gluten de maíz; que por su precio de venta y volumen disponible, han sido dirigidos hacia otros mercados como la alimentación de mascotas o acuicultura en el primer caso o a la alimentación humana como ocurre con el gluten de maíz. Esta situación, da la impresión que se están perdiendo coproductos conocidos y aceptados por la industria avícola, con lo cual disminuyen las opciones para obtener ingredientes en volúmenes suficientes para cubrir la demanda de la carne de pollo, pero esto no así, ya que para atender estos retos, han existido oportunidades de nuevos ingredientes como la canola, que surgió en la década de los 90 y que hoy en día está considerado como un coproducto de uso común en algunos sectores avícolas. Los granos secos de destilería con solubles (DDGS, por sus siglas en ingles), son otra de las opciones que los avicultores y en general la industria pecuaria puede utilizar, ya que reúnen ciertas características básicas para que los nutriólogos los consideren en su formulación, como la aportación de nutrientes en calidad y cantidad, volumen, disponibilidad, precio y la ausencia de factores antinutricionales.

Los DDGS no son productos nuevos, su origen se remonta a la década de los años 50's como un subproducto de la elaboración de bebidas alcohólicas y posteriormente de la producción de biocombustibles, el volumen generado era pequeño, pero también la industria pecuaria se encontraba en una etapa incipiente y la mayor parte de estos DDGS eran direccionados a la alimentación de cerdos y

rumiantes (Winford *et al.*, 1951). Desglosando el termino de los DDGS y empezando por los granos, estos pueden ser de maíz, trigo, sorgo, cebada y centeno, cada uno de ellos con características y contenido nutricional diferente, el proceso para generar los biocombustibles afecta el contenido nutricional y disponibilidad de los nutrientes, y entre los pasos del procesamiento esta el secado, así como también las características químicas de los compuestos que integran los solubles las cuales son muy variables, lo que provoca obtener coproductos con valores nutricionales diferentes en las distintas plantas, con una falta de uniformidad en el producto final; sin embargo, cuando se utiliza de una misma planta, esta variación disminuye considerablemente con lo que se le puede dar un valor nutricional mas real para la alimentación animal (Batal, 2009).

El describir a un producto con una terminología tan general como granos secos de destilería con solubles, no ayuda mucho para identificarlo, incluso se ha llegado al extremo de clasificarlos como “DDGS de nueva generación”, lo cual tampoco ayuda mucho; si bien es cierto que con el programa generado en los Estados Unidos de Norteamérica para la obtención de biocombustible a partir de granos, durante la administración del presidente George W. Bush, se contempló un fuerte apoyo económico y financiero para la construcción de plantas productoras de etanol, las cuales al cumplir con un diseño y operatividad de alto nivel y de requerir materia prima de calidad y consistencia, lleva a la reflexión de que existe la aportación efectivamente de un nuevo producto, ya que aquellas antiguas plantas no son tan eficientes como las modernas y ante una competencia tan fuerte del mercado, la posibilidad de ser competitivas es prácticamente nula. Por ello, hoy en día se cuenta con volúmenes muy altos de DDGS, producidos bajo un sistema de mayor consistencia y estabilidad y ofreciendo un coproducto con mas uniformidad. Los DDGS aportan importantes cantidades de proteína cruda, aminoácidos, energía y fósforo como nutrientes de alta importancia económica, existiendo la posibilidad de mejorar esto con el uso de enzimas (Oryschak *et al.*, 2010). Los principales substratos por su importancia económica sobre los que van a actuar

las enzimas son los carbohidratos, proteína, aminoácidos, siendo estos nutrientes aportados en cantidades altas por los DDGS, por ello la oportunidad de incluir estas enzimas para incrementar la disponibilidad es importante y particularmente en la dieta de los pollos de engorda debido a que la información existente es limitada y no se ha podido establecer con precisión el nivel de inclusión tanto del coproducto y el efecto de adicionar enzimas. El alto contenido de fósforo altamente disponible que contienen los DDGS, hace también interesante trabajar con enzimas que ayuden a mejorar aun más la disponibilidad de este mineral en el organismo del pollo de engorda. Parece probable que exista una mayor oferta de DDGS en los Estados Unidos para el año 2010, ya que se estima un incremento en la producción de etanol a base de maíz de cerca del 10% con relación al año 2009, siendo México el país de mayor importación con 1.5 millones de toneladas durante ese año, seguido de Canadá con 804,000 y China con 542,000, y se estima que en un futuro cercano, México tenga el potencial de importar 4 millones de toneladas de DDGS (USDA, 2010), por lo que realizar investigaciones de este coproducto en cualquier sistema de la producción pecuaria, resulta de gran utilidad.

2. LOS GRANOS SECOS DE DESTILERIA CON SOLUBLES

Los DDGS es el producto que se obtiene después de extraer el almidón de un grano o mezcla de estos 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 (Leeson y Summer 2005). Desde los años 30`s del siglo pasado, los ganaderos empezaron a usar este tipo de subproductos en las dietas de los animales, siendo antes con poco valor en la nutrición animal. Históricamente los DDGS era un derivado de la industria de fermentación para bebidas alcohólicas, sin embargo, este medio no es el único dado que la producción de etanol, también es productora de este ingrediente. En los Estados Unidos de Norte América (EUA), con el auge de las modernas plantas de etanol,

como un recurso renovable, ha tenido un aumento en la producción de este co-producto, con nuevas tecnologías de secado que permitirán dar al mercado una nueva generación de DDGS, que resulte en un ingrediente con un mayor valor agregado. El principal usuario de este material es la industria animal, dado que se han buscado aplicaciones tanto en ganado de carne, leche, acuicultura, cerdos y aves.

2.1 Procesos de obtención

El proceso industrial de obtención consta de 5 fases:

- 1) Selección, limpieza y molienda del grano.
- 2) Sacarificación o paso del almidón a glucosa mediante la utilización de enzimas (a. amilasas) y de levaduras apropiadas del genero (*Sacharomyces cerevisiae*)
- 3) Fermentación de la glucosa para producir etanol (cada molécula de glucosa produce 2 moléculas de etanol y 2 de CO₂).
- 4) Destilación del etanol mediante proceso de vaporación por calentamiento.
- 5) Recogida de los residuos y secado de los mismos con aire caliente hasta un 10-12% de humedad, para su posterior comercialización en forma de gránulo. (Blas *et al.*, 2007)

Durante el proceso de secado, el maíz es reducido para producir etanol y con ello varios tipos de co-productos, siendo uno de ellos los DDGS y los granos húmedos de destilería (GHD); en lo que respecta a los primeros, aproximadamente 33% del maíz se convierten en este producto, otro 33% en alcohol y el otro 33% en bióxido de carbono. 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 (Singh *et al.*, 2007).

2.2 Características físicas

El color de los DDGS es una característica muy discutida entre el sector que se dedica a la utilización y aplicación de estos co-productos en la industria pecuaria y puede variar desde ligeramente dorado a marrón oscuro. Estas diferencias pueden deberse a varios factores que van desde el color inicial del grano, cantidad de solubles añadidos, tiempo del proceso y temperatura de secado, estos dos últimos factores van a afectar a la digestibilidad de la proteína y de aminoácidos, especialmente a la lisina, así como también a los valores de energía metabolizable (Fastinger *et al.*, 2006). Los colores más oscuros son los que no se deben incluir a las dietas de animales, ya que tienen una menor disponibilidad de aminoácidos que aquellos de color dorado (Stark *et al.*, 2007).

La fluidez es otra de las características importantes de los DDGS, ya que una buena fluidez ayuda a su elaboración, al transporte y a la fabricación de alimentos balanceados. Durante el proceso de producción existe un exceso de compactación y/o apelmazamiento, originado esto en mucho de los casos, al incremento de humedad por arriba de un 11.5%, contenido de grasa, distribución del tamaño de partícula y temperatura, por lo que la calidad de la fluidez se ha considerado como un problema que inhibe el adecuado uso en la elaboración y transporte de este co-producto (Rosentrater y Glio, 2005; Johnston *et al.*, 2007).

2.3 Características nutricionales

La reciente expansión de la industria de producción de etanol en los EUA ha producido un exceso de DDGS, con el incremento en el número de plantas, los diferentes procesos tecnológicos, ha resultado en un co-producto con una gran variación en sus características físicas y nutricionales, en general, concentran entre 2.2 y 3 veces el contenido en fibra, proteína, extracto etéreo y cenizas (principalmente fósforo y potasio), con relación al producto original. El contenido

proteínico es alto, en torno al 25%, pero es pobre en lisina (Blas *et al.*, 2003), aunque contienen una cantidad significativa de fibra cruda (7 a 8%), también contienen una cantidad elevada de grasa cruda (9 a 10%, como alimento-base), con un valor de energía que varía de 2.490 a 3.100 kcal/kg, valores parecidos al del maíz (3.300 a 3.475 kcal/kg), sobre una base de materia seca (Shurson y Fraser, 2004). Son una excelente fuente de ácido linoleico, por lo que se hace interesante emplearlos en gallinas productoras de huevo (Lumpkins *et al.*, 2005).

2.4 Valor proteínico

Los valores analizados por Belyea *et al.*, (2004), reportan un contenido de proteína cruda que varia de 24 a 29 %, estas variaciones no están correlacionadas con las que presenta el maíz y probablemente se deba más a las diferencias entre procesos y técnicas de secado, lo cual sugiere modificar las estrategias de proceso para reducir la variación del subproducto.

2. 5 Contenido de Aminoácidos

El contenido y la digestibilidad de los aminoácidos es una de las consideraciones más importantes para los nutriólogos, en general, puede afirmarse que el contenido en DDGS es aceptable (Cuadro 1), ligeramente inferior al del maíz, ya que la digestibilidad de lisina y otros aminoácidos termolábiles, pueden afectarse durante el proceso de secado. Fastinger *et al.*, (2006), realizan un estudio con diferentes procedencias y colores de DDGS, encontrando una variación en el contenido total de lisina de 0.48 a 0.76 % con una digestibilidad de 74.2% (Lumpkins *et al.*, 2005), que pueden disminuir, mientras mas oscura sea la muestra, coincidiendo con lo reportado por Ergul *et al.*, (2003) y por Dale y Batal, (2005), en donde señalan que el color de los DDGS parecen ser predictores razonables del contenido de lisina digestible.

2.6 Energía Metabolizable

El contenido de energía metabolizable ha sido determinado por muchos investigadores a partir de diferentes muestras usando varias metodologías. Batal y Dale, (2006), encontraron en gallos adultos un promedio de energía de 2800 kcal/kg, con un rango de 2490 kcal/kg hasta 3100 kcal/kg, mencionando que es común y frecuente que el contenido de fibra influya negativamente en el contenido de energía metabolizable de una muestra de este co-producto. De la misma manera que la lisina, la energía metabolizable se ve afectada por un sobrecalentamiento de este subproducto durante el proceso de secado (Fastinger *et al.*, 2006),

2.7 Contenido de fósforo disponible

Los nutriólogos se han visto sorprendidos por el alto contenido de fósforo en los DDGS, así como de otros componentes, siendo el nivel total de tres veces más alto comparado con el del maíz (Cuadro 1); se cree que durante el proceso de fermentación, la levadura produce cantidades modestas de fitasa, por lo que el fósforo fítico se convierte a formas más disponibles, se ha encontrado que el fósforo (P) en DDGS es aproximadamente 65% más disponible para las aves (Dale y Batal, 2005), coincidiendo con otros autores (Batal y Dale, 2003; Martínez *et al.*, 2004), en donde demuestran una alta digestibilidad en este mineral, con un valor promedio total de 0.72%, dependiendo su coeficiente de digestibilidad en el calor aplicado durante su proceso. Existe evidencia (Martínez-Amezcueta *et al.*, 2006), que cuando se adiciona fitasa a la dieta, ésta libera de un 49 a 72% de P de los DDGS, lo que indica que se puede liberar aproximadamente del 20 a 28% del P no disponible.

2.8 Contenido de otros minerales

El contenido de sodio puede estar en un intervalo de 0.01 – 0.48%, con un promedio de 0.11%, por lo tanto, puede ser necesario hacer ajustes del contenido de este mineral a la dieta, y evitar problemas de camas húmedas y huevos sucios. (Batal y Dale, 2003), analizaron doce muestras de diferentes orígenes, los análisis indicaron una variación de 0.09% a 0.44% con una media de 0.23% para sodio, potasio 0.91%, calcio 0.29%, magnesio 0.28%, manganeso 22 ppm, hierro 149 ppm, aluminio 56 ppm, cobre 10 ppm, zinc 61 ppm en promedio.

Cuadro 1. Perfil de nutrientes de DDGS y Maíz con rango de valores analíticos

Nutriente	DDGS		Maíz
	NRC 1994	Publicaciones*	NRC 1994
Proteína %	27.4	25.5 a 30.7	9.7
Grasa %	9.0	8.9 a 11.4	4.4
Fibra %	9.1	5.4 a 6.5	2.6
Calcio %	0.17	0.017 a 0.45	0.02
Fósforo Total %	0.72	0.62 a 0.78	0.29
Sodio %	0.48	0.05 a 0.25	0.02
Cloro %	0.17	0.13 a 0.19	0.04
Potasio %	0.65	0.79 a 1.05	0.30
Metionina %	0.60	0.44 a 0.56	0.21
Cistina %	0.40	0.45 a 0.60	0.17
Lisina %	0.75	0.64 a 0.83	0.27
Arginina %	0.98	1.02 a 1.23	0.53
Triptofano %	0.19	0.19 a 0.23	0.09
Treonina %	0.92	0.94 a 1.05	0.39
EM (Kcal/kg)	2480	2854	3475

NRC, 1994; Noll *et al.*, 2003; Batal 2009; Waldroup *et al.*, 2007. Adaptado por Garibay TL, en 2010.

3. FACTORES DE RIESGO

3.1 Micotoxinas

Dado que el proceso de obtención de los DDGS para la producción de etanol a partir de maíz triplica sus valores nutricionales, el contenido de micotoxinas presentes en la semilla son igualmente triplicados en el subproducto, esto se explica porque, las micotoxinas no son destruidas en el proceso de fermentación (Dale y Batal, 2005). Numerosos informes han demostrado la presencia de micotoxinas en los DDGS, que ha preocupado a la industria pecuaria (García *et al.*, 2008; Rodrigues, 2008; Taylor-Pickard, 2008; Wu y Munkvold 2008). El informe de Rodrigues (2008) mostró que el 99% de las 103 muestras estudiadas provenientes de USA y Asia, contenían al menos una micotoxina detectable, con una frecuencia importante como fue el caso de las aflatoxinas con un 8%, deoxinivalenol con 64%, fumonisina con 87%, T-2 con 26% y zearalenona con 92%, sin embargo, el estudio no menciona si los niveles detectados eran los máximos permitidos por la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos, 2010 (FDA por sus siglas en ingles). García *et al.*, (2008), revisaron muestras enviadas al laboratorio a partir de 2000 hasta el 2007, para el análisis de micotoxinas, encontrando que en todas las muestras los valores de las micotoxinas detectadas, estaban con niveles bajos con excepción de la deoxinivalenol, En otro estudio Zhang *et al.*, (2009) evaluaron 235 muestras de DDGS de 20 plantas de etanol en el Medio Oeste de USA y de 23 contenedores de exportación, desde 2006 hasta 2008, encontrando que ninguna de las toxinas encontradas rebasaban los límites permisibles por FDA, para su uso en la alimentación animal. En general se puede mencionar que aunque las micotoxinas pueden hacerse presentes, la industria del biocombustible lo considera poco probable, el beneficio de la fermentación del maíz claramente es la producción eficiente del alcohol, el grano que no se ha almacenado adecuadamente y que ha desarrollado aflatoxinas u otras micotoxinas, tal vez no proporcione la misma

eficiencia de producción de alcohol como el maíz de buena calidad. De este modo, aunque no pueda eliminarse la posibilidad de contaminación, por el momento no se considera probable la contaminación de toxinas.

4. VENTAJAS DE LOS GRANOS SECOS DE DESTILERIA CON SOLUBLES

A pesar del inconveniente que representa la variabilidad nutricional de estas fuentes alternativas, los subproductos de destilería presentan grandes ventajas y un potencial enorme. Dentro de las ventajas que estos productos ofrecen y garantizan su producción se encuentran:

- Los DDGS son producidos a través de granos u otros ingredientes renovables, lo que garantiza su producción e investigación.
- Los avances en investigación permiten la utilización del etanol como energético, cada vez en forma más eficiente y económica.
- Los subproductos de destilería tienen un buen potencial de utilización en alimentación animal, humana o en el caso de residuos altos en fibra o subproductos de caña, en la elaboración de papel de alta calidad u otras industrias alternativas.
- Los DDGS son una buena fuente de proteína (si bien es importante considerar que es deficiente en Lisina y Triptófano), fósforo disponible, vitaminas, fibra con efectos prebióticos (arabinoxilanos del maíz y mananos de las levaduras) y otros nutrientes provenientes de la fermentación, mismos tienen efectos benéficos en la salud intestinal.
- El crecimiento de la industria del etanol u otras afines garantizan mejores precios de materias primas, mejor nivel de vida del productor de las mismas y menor gasto en subsidios gubernamentales.
- Los DDGS no son tan apetecibles y palatables como los granos procesados de cervecería, pero contienen más proteína, menos fibra cruda, además de un alto contenido de levaduras, minerales y vitaminas del complejo B (Cuca *et al.*, 2009).

5. NIVELES DE INCLUSION

Los usos originales de los DDGS en dietas avícolas, fueron primariamente como una fuente de factores desconocidos del crecimiento que promovían el desarrollo. Couch *et al*, en el año de 1957 informaron que un 5% de inclusión de la fracción soluble seca, mejoro el crecimiento en la producción de pavos. Años mas tarde, Manley *et al*, (1978), consiguieron una mejora en la producción de huevo con una adición de un 3%, su argumento para explicar la respuesta productiva cuando se utilizaban los DDGS era debido al aumento en la palatabilidad de los alimentos, ya que las aves, preferían raciones que contenían de 10 a 15%, sobre aquellas que solo eran de maíz-soya (Alenier y Combs, 1981). Para el caso de las aves productoras de huevo los DDGS, por ser una excelente fuente de ácido linoléico se han convertido en una herramienta importante para la alimentación, sin embargo al igual que en el pollo de engorda, existen reportes históricos (Matterson *et al.*, 1966; Harms *et al.*, 1969; Jensen *et al.*, 1974; Jensen *et al.*, 1978), con una variación de recomendaciones para su inclusión en las dietas, que están entre un 10 a 20 %, sin que se vea afectado la productividad de las aves y la calidad de los huevos. Hoy día al igual que en épocas anteriores, las recomendaciones de inclusión siguen siendo motivo de estudios y se encuentran reportes como por ejemplo, los trabajos realizados en gallinas de Roberson, (2003), en donde infiere una inclusión del 10 %, ó de Lumpkins *et al.*, (2005), con niveles hasta de un 12%, o los realizados por Swiatkiewicz y Koreleski, (2006), en donde concluyen con adiciones de un 15% y recomiendan niveles hasta de un 20 %, con el uso de enzimas para mejorar la influencia negativa que reportan niveles altos. La edad de las aves también ha sido motivo de estudios, como los reportados por Robertson *et al* (2005), con recomendaciones del 15 % de la semana 21 a 43, incluso, se han realizado ensayos en ponedoras comerciales (Pineda *et al.*, 2008), con inclusiones hasta del 69 % para evaluar el contenido de nitrógeno y materia seca en excretas, en donde la producción de huevo decreció linealmente a medida que se incrementaban los niveles, mientras que el tamaño

del huevo se incremento linealmente al igual que el consumo de alimento, así como el contenido de materia seca de las heces.

El uso de los DDGS en dietas de pollo de engorda en el pasado se limitó hasta un 5%, sin embargo, la mayoría de las investigaciones se refieren que la incorporación de niveles más altos, puede proveer de mayores ahorros en el costo de los alimentos balanceados (Noll *et al.*, 2001), 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 DDGS provienen de la industria de fabricación de bebidas alcohólicas, los efectos de la nueva generación de este mismo subproducto (producción de etanol a base de granos), deben de ser similares, a pesar de las diferencias en composición nutricional y digestibilidad. Al igual que en la producción de huevo y en otras especies animales, existen trabajos reportados con una variación de los niveles de inclusión en las dietas del pollo de engorda, como los registrados por Lumpkins *et al.* (2004), en donde concluyeron que pueden usarse de manera segura en un 6% en el período de iniciación y del 12 al 15% en períodos de finalización, o los realizados por Wang *et al.* (2007ab), formulando en base de aminoácidos digestibles para satisfacer los requerimientos, recomiendan la inclusión desde el principio hasta el final de 15%, sin efectos adversos en los parámetros productivos y que cuando los DDGS sean de buena calidad, pueden utilizarse en niveles de hasta de un 20% ya que tienen poco efecto adverso en el rendimiento de los pollos de engorda.

En México, las investigaciones que se han realizado en este sentido hasta la fecha han sido generalmente escasas, a pesar de ser el País con mayor importación de este coproducto de los USA. Esparza *et al.* (2007), realizaron un estudio para conocer el efecto de la inclusión DDGS, en dietas sorgo-soya, concluyendo con la inclusión en la dieta hasta un 7%, niveles superiores afectan negativamente el comportamiento productivo. Mas recientemente, Schilling *et al.*, (2010), reportan niveles hasta de un 12 % son efectivos para mantener una calidad de carne, sin que se inicie un proceso de oxidación.

5.1 El uso de DDGS con enzimas

Han sido contradictorios los reportes que existen en la literatura sobre la inclusión en las dietas de DDGS y enzimas. Los DDGS son una buena fuente fósforo, conteniendo 0.72% (Cuadro 1), con una disponibilidad aproximada del 75% (Martínez *et al.*, 2004), siendo esta la razón de realizar trabajos con la enzima fitasa, la cual libera fósforo adicional a partir de fitatos en varios ingredientes de origen vegetal. Uno de los pocos trabajos realizados sobre el tema es el realizado por Martínez *et al.*, (2006), reportando que la fitasa no tubo efecto sobre los parámetros productivos y que la liberación del fósforo no disponible de los DDGS puede depender de los fitatos remanentes después de la fermentación, como lo indica también Martínez *et al.*, (2004). Gómez y Angeles (2007), realizaron un estudio en el cual concluyeron incluir hasta un 15%, con la adición de una combinación de fitasa, glucanasa y xilanasas, en donde se puede liberar al menos 100 kcal de energía de alimento de los DDGS. Ledoux (2009), realiza trabajos con fitasas, xilanasas, amilasas y proteasas, concluyendo que el nivel de inclusión de hasta 18% de DDGS a los 21 días de edad, no se afecta el peso corporal ni la conversión alimenticia, aludiendo también que la adición de las enzimas aumenta la digestibilidad de aminoácidos en la dieta de los pollos. Niveles mas altos de 30% fueron trabajados por Min *et al.*, (2009) con la suplementación de amilasa, celulosa, fitasa, xilanasas, beta-glucanasa, pectinasa y proteasa, con dietas basadas en maíz-soya, no encontrando efectos beneficiosos en la digestibilidad de la energía. Bol y Bohórquez 2009, realizan estudios sobre un complejo enzimático compuesto de Celulasas, pentosanasas, pectinasas, amilasas, proteasas, beta-glucanasas y fitasas, con niveles de inclusión del 10% de DDGS, sin tener incidencia en los parámetros productivos en el pollo de engorda a los 42 días de edad. Mas recientemente, Oryschak *et al.*, (2010), realizan trabajos con DDGS, Triticali y complejo enzimático, mencionando que las inclusiones hasta de un 10 % funcionan adecuadamente.

Un común denominador de las investigaciones recientes es que la incorporación de niveles altos de DDGS en dietas tanto en gallinas de postura como en pollo de engorda debe de ser considerados en base a los análisis respectivos y a partir de ahí poder balancear correctamente las dietas con fuentes cristalinas de aminoácidos. La mayoría de las publicaciones en la literatura científica indican que la variabilidad en la composición y calidad de los DDGS actuales, 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), por otro lado, el usar niveles altos es evidente que reduce el peso corporal, probablemente debido a una sobre estimación de los valores de la lisina en los DDGS y a una disminución de los valores de proteína en la soya (Lumpkins *et al.*, 2004).

6. ENZIMAS

Son proteínas de estructura tridimensional sumamente complejas, son biocatalizadores cuya función es acelerar ciertas reacciones bioquímicas específicas que forman parte del proceso metabólico de las células. Aceleran en el organismo (en ocasiones hasta un millón de veces), diversas reacciones químicas que en condiciones normales sólo tendrían lugar muy lentamente o no se producirían en absoluto (Bühler *et al.*, 1998). El proceso de la digestión corresponde a las reacciones químicas en donde las sales biliares actúan en conjunto con las enzimas y estas últimas se unen a moléculas de alimento de alto peso molecular (proteínas, grasas y carbohidratos), formando un substrato para desdoblarlas en moléculas más pequeñas que puedan ser absorbidas (Cuca *et al.*, 2009). Para su producción se utilizan diversos hongos, bacterias y levaduras; la síntesis de enzimas es esencial para estos microorganismos porque sus funciones vitales se mantienen gracias a las

divisiones de sustratos y el metabolismo dependientes de las enzimas, además, las cepas especialmente seleccionadas o los microorganismos modificados genéticamente pueden producir cantidades mayores que en condiciones normales. Las utilizadas en nutrición animal provienen de microorganismos ampliamente diseminados en la naturaleza o que se han producido después de largos años de experiencia en la industria alimentaria ya que muchos organismos se adaptan a condiciones de vida extremas (temperatura, pH, osmolaridad), en la mayoría de los casos las enzimas microbianas son en este sentido más estables que las vegetales y animales (Bülher *et al.*, 1998).

Son sustrato-específicas, pues sólo actúan sobre un determinado sustrato en condiciones muy concretas de temperatura, pH y humedad y no se consumen durante las reacciones catalíticas y una vez terminada la reacción, vuelve a su estado original (Figura 1). Por esta razón, la cantidad necesaria es muy pequeña en proporción con la cantidad de sustrato (Donkers, 1989)

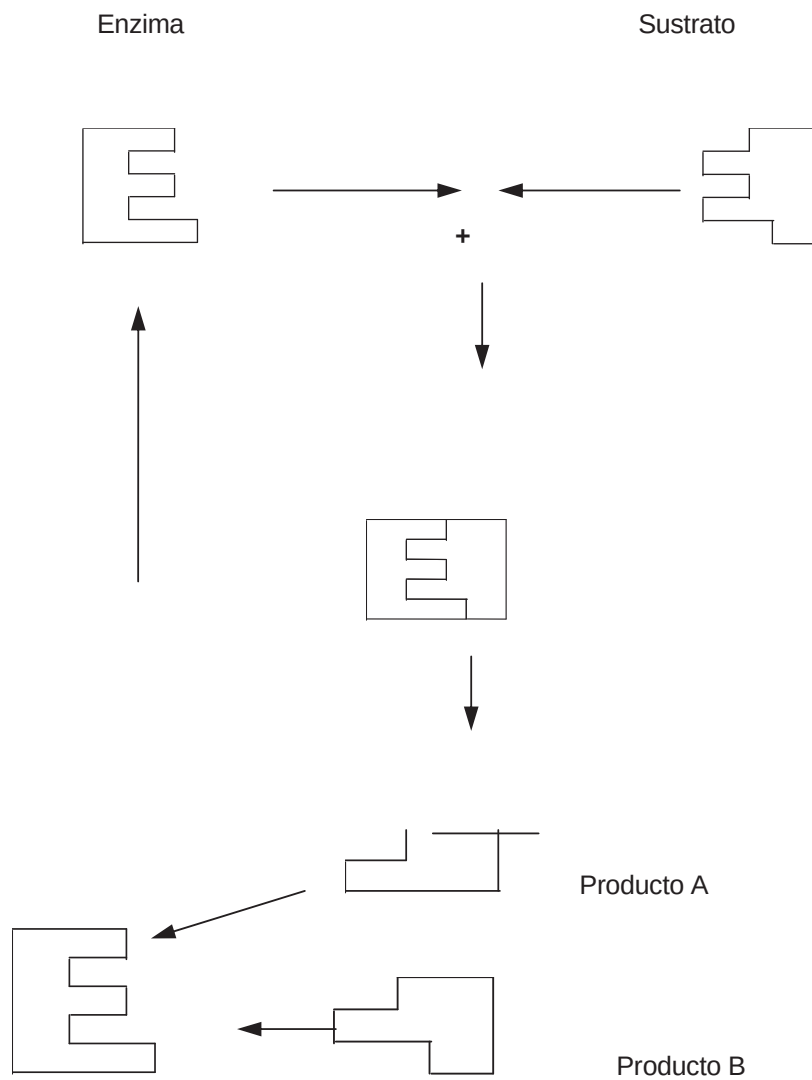


Figura 1. Funcionamiento de enzimas.*

* Donkers, 1989.

6.1 Uso de enzimas en la alimentación

El valor nutritivo de cualquier alimento es influenciado por su composición química y el grado en el cual el ave es capaz de digerir, absorber y utilizar sus componentes (Wiseman e Inborr, 1990). La adecuada utilización de enzimas puede mejorar la digestibilidad de materias primas y reducir la variabilidad de éstas de la siguiente manera

- Rompiendo la pared celular y permitiendo un mejor acceso de las enzimas endógenas a los nutrientes encapsulados.
- Inactivando los factores antinutricionales encontrados en los cereales y en las fuentes de proteína vegetal.
- Suplementando el sistema enzimático del animal, ya que después de nacer las aves necesitan absorber y utilizar los nutrientes del alimento y para esto, el tracto gastrointestinal necesita madurar.
- Minimizando la fermentación bacteriana en el intestino delgado y fomentándola en los ciegos. (Pack *et al.*, 1998).

La adición de enzimas exógenas como las Xilanasas, Proteasas, Amilasas, beta-glucanasas y alfa-galactosidasas, en dietas para aves se ha convertido en una práctica común en los últimos años, como un complemento a las que el tracto

gastrointestinal produce, mejorando la digestibilidad de la dieta, reduciendo en algunos casos la variación en la calidad nutritiva de los granos, teniendo respuestas mas evidentes cuando en la dieta se utilizan fuente suplementarias de energía, grasas y aceites de baja calidad (Cortés *et al.*, 2002).

6.2 Proteasas

Son enzimas que rompen enlaces peptídicos de las proteínas, usan una molécula de agua y por ello se clasifican como hidrolasas, es una enzima que disocia a las proteínas llevándolas primero a polipéptidos y por último a aminoácidos, encontrándose en el estómago, páncreas e intestino delgado, catalizando la digestión de otras proteínas. La justificación para la suplementación de la proteasa en dietas a base de fuentes de proteína particularmente la soya, es por que estas enzimas destruyen los factores antinutricionales remanentes en la pasta de soya que reducen la digestibilidad de la proteína (Zanella *et al.*, 1999). Se ha observado que la suplementación de proteasas ayuda a destruir los inhibidores de tripsina y el contenido de lectinas en las leguminosas como la soya, esto mejora la digestibilidad de la proteína y en general su valor nutricional (Ghazi *et al.*, 1996).

6.3 Mananasa

La mananasa es otra enzima que ha ganado uso comercial en las dietas que se basan en maíz y en la pasta de soya. El mecanismo de la beta-mananasa es la degradación de beta-manano, que es un factor antinutricional existente en muchas leguminosas como la soya y harinas de colza (Jackson *et al.*, 1999). En trabajos que se han realizado con la suplementación de esta enzima en dietas a base de maíz y soya en pollos de engorda, , infieren que se puede mejorar la utilización de los nutrientes, así como también la digestibilidad de la materia

orgánica, energía metabolizable y mejorar los parámetros como ganancia de peso y conversión alimenticia, disminuyendo la flora microbiana ileal, mejorando el sistema inmune del ave (Zou *et al.*, 2006), por lo que estas enzimas pueden contribuir a la prevención de las enfermedades digestivas. En gallinas productoras de huevo, la enzima es capaz de aumentar el peso y producción de huevo (Jackson *et al.*, 1999).

6.4 Fitasa

Son enzimas que degradan al fitato para hacer disponible al fósforo y otros nutrientes. El Ácido fítico es una molécula presente en todos los insumos vegetales, dos terceras partes del fósforo contenido en estos insumos se encuentran ligados al mismo, y no son disponibles para el animal, o lo son muy pobremente dada la baja capacidad de las fitasas naturales que el animal ingiere con el alimento (Rutherford *et al.*, 2004). Esto hace que la fitasa, conocida poco después del año 1900, sea probablemente la enzima de mayor uso en la alimentación animal. En un inicio fue desarrollada comercialmente para ayudar a enfrentar los problemas ambientales generados por la contaminación por fósforo en Europa (producto de las excretas de granjas avícolas y porcinas), la fitasa es hoy un ingrediente infaltable, gracias a su demostrada eficiencia a nivel nutricional y valor económico. Adicionalmente el fitato es capaz de formar complejos como fitato-calcio o fitato-proteínas, dificultando su digestión. El agregar fitasa exógena al alimento se hace disponible este fósforo (entre 15 y 25% del total), disminuyendo el requerimiento de fósforo inorgánico agregado a la ración, con efecto directo sobre el costo del alimento. Así mismo se ha informado que el fitato se liga también a minerales como Mg, Ca, Na y K (Tamin y Christman 2004). También disminuye la actividad de la pepsina y es capaz de ligarse a proteasas endógenas, como la tripsina y quimiotripsina en tracto gastrointestinal, con lo cual disminuye la digestibilidad de la proteína y los aminoácidos (Silversides *et al.*, 2004), también mejora la digestibilidad ileal de nitrógeno, aminoácidos y energía Metabolizable aparente (Dilger *et al.*, 2004). Los estudios sobre el efecto benéfico

en ganancia de peso y eficiencia alimentaria con el uso de fitasas, en su mayoría se han realizado con dietas basadas con maíz + soya (Lan *et al.*, 2002), trigo + soya, deficientes en P (Rutherford *et al.*, 2004) y en dietas basadas en sorgo-soya (Fernández, 2007), con efectos favorables en ganancia de peso y conversión alimenticia.

6.5 Xilanasas, Celulosas y B-glucanasas

Las celulasas y xilanasas son enzimas hidrolíticas que participan en el rompimiento de los enlaces glicosídicos β -1,4 presentes en los polisacáridos celulosa y hemicelulosa, respectivamente. El interés por las celulasas y xilanasas empezó alrededor de los años 50's del siglo pasado, debido a su enorme potencial para convertir la lignocelulosa (es la fuente de energía renovable más abundante de la tierra), en glucosa y azúcares solubles. Por otro lado, la adición de complejos enzimáticos con actividad de Xilanasas y B-glucanasas, son capaces de reducir las propiedades antinutritivas de los PNA solubles permitiendo la hidrólisis de los PNA a oligo y monosacáridos (Flores *et al.*, 1994) reduciendo la viscosidad de la digesta (Van der Klis *et al.*, 1995) y la incidencia de heces pastosas (Pettersson *et al.*, 1990) por lo que resulta interesante su inclusión en dietas a base de trigo, centeno y cebada (Danicke, 1999)

6.6 Pectinasas

La pectina es un polisacárido que se encuentra en la lámina media de la pared celular de las plantas y contribuye en la forma y estructura de las mismas así como en la protección de enfermedades de éstas. Las pectinas son utilizadas ampliamente a nivel industrial, principalmente en la de alimentos como agentes hidrocoloides (gomas) gelificantes. Las pectinasas son enzimas ampliamente utilizadas para la clarificación de jugos y vinos, también son importantes en la industria textilera para el enriado del lino y el decrudado del algodón. Se usan

también en el tratamiento de aguas residuales pécicas, producción de papel japonés, extracción de aceites, fermentación del café y té, así como en la purificación de virus de plantas. Su componente principal es una cadena lineal constituida de unidades de ácido poli- α -Dgalacturónico unidos por enlaces glicosídicos (1-4 La degradación de las pectinas involucra una compleja combinación de enzimas pectinolíticas dentro de las cuales se distinguen dos grupos: las pectinesterasas, las cuales remueven los grupos metoxil, y las despolimerasas (hidrolasas y liasas) que degradan la cadena principal. Actualmente, existe un gran interés en el estudio de pectinasas provenientes de sistemas microbianos, destacando de entre estas al género *Bacillus*, ya que se sabe que es un género relativamente fácil de manipular mediante la tecnología del DNA recombinante (Soriano, 2004).

6.7 Amilasas

Denominada también ptialina o tialina, es un enzima hidrolasa que tiene la función de digerir el glucógeno y el almidón para formar azúcares simples, se produce principalmente en las glándulas salivares (sobre todo en las glándulas parótidas) y en el páncreas. Tienen numerosas aplicaciones biotecnológicas que contienen oligosacaridos como maltosa y glucosa, la composición precisa de los productos finales pueden ser controladas en los procesos fermentativos (Palmer, 1975). La degradación enzimática del almidón por la acción de la amilasa a escala industrial, ha sido practicada por muchos años y remplazada considerablemente los procesos tradicionales de catálisis ácidos (Underkofler *et al.*, 1965).

Las propiedades y mecanismos de acción de las amilasas dependen del origen de las enzimas, todas ellas son endo-enzimas. La hidrólisis de la amilosa por a-amilasa causa una conversión en glucosa, maltosa, maltotriosa y sobre todo a-dextrinas inicialmente, seguida de una segunda reacción de la matotriosa que es un sustrato pobre (Walker y Whelan, 1960). Según ala temperatura a la que

actúan las amilasas se pueden clasificar también en amilasas termoestables y termoábiles; las enzimas termoestables son aquellas que actúan sin perder su actividad en un rango de 60 a 110° C y la mayoría de ellas son de origen bacteriano; mientras las enzimas termoábiles, son aquellas que actúan hasta 55° C sin perder su actividad, generalmente varían entre 20 y 55° C y son de origen fúngico principalmente (Wiseman, 1986).

En investigaciones que se han realizado en pollos de engorda con el uso de amilasas, Graham e Inburr, 1997, mencionan que la complementación con xilanasas y alfa-amilasa mejora la digestibilidad del maíz, debido a que estas enzimas hidrolizan las paredes celulares y complementan la acción de la alfa-amilasa. Otros estudios que sean realizado con el uso de amilasas los resultados han sido positivos pues se mejoró la digestibilidad de los aminoácido, la conversión alimenticia, ganancia de peso, con la posibilidad de reducir el contenido de proteína y energía en un 3% (Zanella et al., 1999; Cortés et al., 2002).

7. OBJETIVO GENERAL

Evaluar un nivel de inclusión de 14%, 5 y 10% de granos secos de destilería con solubles, con y sin el uso de enzimas en dietas a base de maíz-soya y sorgo-soya en el pollo de engorda, sobre los parámetros productivos e índices económicos.

7.1 Específicos

Evaluar la resistencia del intestino (yeyuno) tibia y piel, así como la pigmentación en piel y contenido de cenizas en tibia desengrasada.

8. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos trabajos de investigación, desarrollados en una granja avícola localizada en Tarímbaro, Michoacán, México, ubicada entre los 101° 10' latitud N y los 19°50' longitud O, a 1949 msnm, con clima del tipo Cw, templado y lluvias concentradas en verano (Atlas Geográfico de Michoacán, 1981).

8.1 Experimento 1.

Se utilizaron 2240 pollitos machos de 1 día de edad de la estirpe Ross, los cuales se mantuvieron en producción hasta los 46 días de edad. Se distribuyeron mediante un diseño completamente al azar en 8 tratamientos con 7 réplicas de 40 aves cada una de ellas, analizándose los datos estudiados bajo un diseño de mediciones repetidas empleando la semana como variable del tiempo. Los tratamientos consistieron en realizar dietas con diferentes niveles de proteína cruda (PC) y Energía Metabolizable (kcal/kg) con la adición de 0 y 14% de DDGS y diferentes enzimas, como se explica en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Identificación y características de los tratamientos

Identificación	Tratamiento
1	Dieta control con Maíz-Soya sin DDGS y sin enzimas
2	Dieta con Maíz-Soya y 14% de DDGS y sin enzimas
3	Como 2 + proteasa a una dosis de 500 g/t;
4	Como 2 + mananasa a una dosis de 500 g/t;
5	Como 2 - 7.5% de PC y aminoácidos (M,L,T,T)* y sin enzimas
6	Como 5 + proteasa a una dosis de 500 g/t;
7	Como 2 - 100 EMKcal y sin enzimas
8	Como 7 + mananasa a una dosis de 500 g/t.

* / Metionina, Lisina, Treonina , triptofano

Las dietas fueron maíz-soya, formuladas en base aminoácidos digestibles (Cuadros 4, 5 y 6) y el alimento fue preparado en forma de harina en tres etapas (0-21; 22-35 y 36-46 días de edad), cubriendo las necesidades establecidas para el pollo de engorda (Cuca *et al.*, 2009), proporcionado a libre acceso al igual que el agua, con un foto periodo de luz natural y con una densidad de población de 8 aves / m².

Al final del trabajo fueron sacrificados 7 machos (1 por repetición), de cada uno de los tratamientos para evaluar en la tibia derecha, su longitud (mm) y la resistencia ósea mediante presión, así mismo se tomó una porción del intestino (4 cm.), 2 cm. antes y 2 cm. después del conducto de Meckel, para medir su resistencia por tensión, al igual que 2 cm² de la piel de la zona de la pechuga; las mediciones (kg/fuerza), fueron realizadas mediante un aparato para medir resistencia de materiales marca IMADA. Estas mismas aves sirvieron para evaluar en frío los niveles de pigmentación en la piel, a través del colorímetro de reflectancia CR-300 bajo la escala CIELab del Comité Internacional de Colores. Estos resultados fueron evaluados mediante un análisis de varianza de una sola vía y las diferencias significativas ($p < 0.05$), por la prueba de Fisher LSD (StatSoft. Statistica 6.0 2003).

8.2 Experimento 2.

Se utilizaron 2200 pollitos machos 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 7 tratamientos con 6 replicas de 50 aves cada una de ellas a excepción del tratamiento 3 y 7 que fueron de 7 réplicas, analizándose bajo un diseño de mediciones repetidas los datos estudiados, empleando la semana como variable del tiempo. Los tratamientos consistieron en realizar dietas modificando los niveles de Energía Metabolizable (kcal/kg), aminoácidos, fósforo y calcio con la adición hasta de un 10% de DDGS y diferentes enzimas, como se explica en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Identificación y características de los tratamientos

Identificación	Tratamiento
1	Dieta control con Sorgo-Soya; 5% de DDGS en iniciación y 10% en las etapas de crecimiento y finalización, sin enzimas
2	Como el 1 + 185 ppm de Fitasa, menos 0.10% de Fósforo (P), Calcio (Ca), EMKcal y Aminoácidos (AA)
3	Como el 1 + 400 ppm de Fitasa, menos 0.13% de Fósforo, Calcio y 45 EMKcal y AA
4	Como el 2 + 400 ppm de amilasa, B-glucanasa + 100 ppm de xilanasa Menos 45 EMKcal.
5	Como el 2 + 350 ppm de glucanasa, pectinasa y xilanasa, menos 40 EMKcal y AA.
6	Como el 3 +350 ppm de glucanasa, pectinasa y xilanasa, menos 40 EMKcal y menos AA.
7	Como el 2 + 100 ppm Complejo enzimático de glucanasa y xilanasa, menos 45 EMKcal.

Las dietas fueron formuladas con sorgo-soya, utilizando la matriz de la fitasa y el complejo enzimático utilizado en los tratamientos 5 y 6 (Cuadro 10), y en base aminoácidos digestibles (Cuadros 7, 8 y 9). El alimento fue preparado en forma de harina en tres etapas (0-21; 22-35 y 36-49 días de edad), cubriendo las necesidades establecidas para el pollo de engorda (Manual Ross 308, 2007), proporcionado a libre acceso al igual que el agua, con un foto periodo de luz natural y con una densidad de población de 10 aves / m².

Al final del trabajo fueron sacrificados 12 machos (2 por repetición) de cada uno de los tratamientos para evaluar en ambas tibias (derecha e izquierda), la resistencia ósea (kg/cm²), mediante un texturómetro (QC-Shell Packing Analyzer). Estos resultados fueron evaluados mediante un análisis de varianza de una sola vía y las diferencias significativas ($p < 0.05$), por la prueba de Fisher LSD (StatSoft. Statistica 6.0 2003).

Para ambos trabajos y previamente a realizar la formulación de las dietas fueron solicitados análisis químicos y aminogramas, de las materias primas utilizadas (maíz, sorgo, soya, gluten y DDGS), además de análisis de micotoxinas, para el caso de los DDGS, utilizados en ambos trabajos. 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 aplicó 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 y consumo semanal 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 replica con la fecha de dicho acontecimiento, para realizar las correcciones en consumo y conversión alimenticia. Posteriormente se obtuvo el porcentaje de mortalidad.

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:

Alimento = Conversión x Precio promedio de alimento

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

Los datos obtenidos en ambos trabajos de cada una de las variables mencionadas en los parámetros de producción, fueron analizadas conforme al diseño descrito y cuando existió diferencia significativa ($P < 0.05$), entre los tratamientos, se realizó la comparación de medias por la prueba de Fisher LSD (StatSoft. Statistica 6.0 2003).

9. RESULTADOS

9.1 Experimento 1

En el Cuadro 11, se muestran los promedios de los resultados del peso corporal a través del tiempo de los distintos tratamientos, observándose diferencias significativas ($P<0.01$), entre todos los tratamientos a partir de la tercera semana. Fue evidente la reducción de la ganancia de peso corporal ($P<0.01$), a partir de la cuarta semana de edad, en aquellas aves en donde fueron alimentadas con la dieta de 14 % de DDGS, sin enzimas, con relación al control (Tratamiento 1), efecto que se mantuvo hasta el final del trabajo (3158 vs 2990 g). La reducción en la dieta de la proteína a un 7.5% (tratamientos 5 y 6), con y sin la adición de la enzima proteasa, redujo la ganancia de peso corporal a partir de la cuarta semana de edad con relación a sus tratamientos controles (2 y 3), conservando los efectos hasta el final del trabajo (2990, 2991, 2840 y 2854 g), sin observar beneficio de la enzima proteasa con y sin reducción de proteína en la dieta. La reducción de energía metabolizable (100 Kcal/kg) en la dieta, con y sin la enzima mannanasa (tratamientos 7 y 8), incrementaron el consumo de alimento ($P<0.01$) a partir del día 28 (Cuadro 12), con relación a sus tratamientos controles (2 y 4), condición que se mantuvo hasta el día 47 (5089, 4994, 5263 y 5277 g). Este aumento del consumo, ayudó a un incremento ($P<0.01$) en el peso corporal (Cuadro 11), en los tratamientos 7 y 8 (2990, 2972, 3065 y 3050 g), con relación a los tratamientos 2 y 5, sin observar beneficio en el peso corporal, a la adición de la enzima mannanasa, con y sin la reducción de energía.

En el Cuadro 12, se muestran los promedios de los resultados del consumo de alimento a través del tiempo de los distintos tratamientos, observándose diferencias significativas ($P<0.01$), entre todos los tratamientos a partir de la cuarta semana. Se mostró un incremento en el consumo de alimento ($P<0.01$), a partir de la quinta semana de edad, en aquellas aves en donde fueron alimentadas con la dieta control (tratamiento 1) sin 14 % de DDGS y sin enzimas, con relación al tratamiento 2,

efecto que se mantuvo hasta el final del trabajo (5190 vs 5089 g). Este aumento del consumo de alimento no fue suficiente para registrar una conversión de alimento similar (Cuadro 13), por lo que las aves que estuvieron consumiendo la dieta control obtuvo las mejores conversiones de alimento (1.67 vs 1.73 g/g) con relación a la dieta en donde se adiciono DDGS sin enzimas. La reducción en la dieta de la proteína a un 7.5% con la adición de la enzima proteasa, disminuyó el consumo a partir del día 28 de edad con relación a sus tratamientos controles (2, 3 y 5), efecto que se mantuvo hasta el final del trabajo (5089, 4996, 4977 y 4830 g). Cuando se analizan los tratamientos para la enzima proteasa, se observo una mejora en la conversión de alimento (Cuadro 13), al final del trabajo ($P < 0.01$), en el tratamiento en donde se redujo la proteína con la adición de la enzima (1.73, 1.69, 1.78 y 1.72 g/g), este efecto fue debido en gran parte al bajo consumo de alimento registrado para este mismo tratamiento, sin embargo, el efecto de la enzima no fue suficiente para tener conversiones similares al control (tratamiento 1). No se observaron efectos ($P > 0.05$), en la conversión de alimento, entre aquellos tratamientos en donde se adiciono la enzima mananasa y el control al final de la prueba (1.73, 1.70, 1.74 y 1.75 g/g), por lo que esta enzima no manifestó beneficio en este parámetro.

Los resultados de los porcentajes de mortalidad general a través del tiempo se observan en el Cuadro 14, sin presentar efectos ($P > 0.05$) ni en el tiempo, ni entre los tratamientos evaluados. De la misma manera los valores obtenidos a los 46 días de edad de los distintos tratamientos, en longitud de tibia, porcentaje de cenizas en tibia, resistencia ósea, de intestino y piel (Cuadro 15), observándose que no existieron diferencias ($P > 0.05$). Lo mismo fue observado ($P > 0.05$), en los valores obtenidos en la pigmentación de la piel (Cuadro 16), entre los distintos tratamientos.

En el Cuadro 17, se muestran los resultados obtenidos en la obtención del costo por kilogramo de carne producido por concepto de ave y alimento. Se presenta el costo promedio del kilo de alimento de acuerdo al precio de formulación de cada una de las etapas, así como del consumo de alimento obtenido en cada tratamiento y fase. Por concepto de ave se encontraron diferencias ($P < 0.01$), mostrando el tratamientos control, el tratamiento con 14% de DDGS con proteasa sin reducción

de nutrientes y el tratamiento con DDGS con la disminución de 100 Kcal de EM sin enzimas, los que presentaron los menores costos, (1.751, 1.826, 1.814, 1.842, 1.999, 1.986, 1.814 y 1.871 pesos mexicanos MN), con relación al resto de los tratamientos. Los costos por concepto de alimento, también manifestaron diferencias ($P<0.01$) entre los tratamientos evaluados, registrando los mas bajos costos el tratamiento en donde se redujo 7.5% la PC con la adición de proteasa y en aquel tratamiento en donde se adiciono DDGS con la disminución de 100 Kcal de EM sin enzimas (7.384, 7.348, 7.343, 7.336, 7.314, 7.192, 7.146 y 7.285 pesos mexicanos MN). Al mostrar el análisis conjunto del costo de ave mas alimento de los distintos tratamientos, se observaron diferencias ($P<0.01$), mostrando los mas bajos costos el tratamiento en donde se adiciono DDGS con la disminución de 100 Kcal de EM sin enzimas (9.135, 9.174, 9.157, 9.178, 9.313, 9.178, 8.959 y 9.156 pesos mexicanos MN), con relación al resto de los tratamientos evaluados, efecto que intervino el costo del alimento, el peso corporal, la conversión de alimento y la mortalidad. Sin embargo, se puede observar un costo de producción similar ($P>0.05$), entre el resto de los tratamiento con excepción del tratamiento en donde se adiciono DDGS sin la inclusión de la enzima proteasa.

9.2 Experimento 2

Los promedios del peso corporal de los distintos tratamientos a través del tiempo, se muestran en el Cuadro 18, en donde se ve que no presentaron efectos significativos ($P>0.05$), entre los tratamientos evaluados, al igual que los porcentajes de mortalidad general, como se muestran en el Cuadro 21. La evolución que presento el consumo de alimento acumulado en los distintos tratamientos durante el desarrollo de la prueba a través del tiempo se observa en el Cuadro 19, y muestran diferencias ($P<0.01$) a partir de los 35 días de edad. El tratamiento en donde se adicionó la fitasa a 185 ppm con un disminución de menos 0.10% de fósforo, calcio, EM y AA, fue el que registró el menor consumo de alimento (5.217, 5.175, 5.337, 5.298, 5.359, 5.325 y 5.339 kg), al final del trabajo.

Los valores de la conversión de alimento ajustada a mortalidad de los diversos tratamientos, se observan en el Cuadro 20, observando diferencias ($P < 0.01$), a partir de los 42 días de edad entre los distintos tratamientos. Las mejores conversiones al final de la prueba, las presentaron el tratamiento control y en donde se adicionó la fitasa a 185 ppm con un disminución de menos 0.10% de fósforo, calcio, EM y AA (2.003, 2.003, 2.065, 2.064, 2.064, 2.063 y 2.077 kg/kg), al final del trabajo.

En el Cuadro 22, se presentan los promedios de la resistencia de tibia, observando diferencias significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos evaluados. Las tibias que presentaron mayor resistencia (39.236, 40.031, 40.986, 46.513, 44.060, 42.357 y 40.192 kg/fuerza), fueron para aquellos tratamientos en donde se adicionó fitasa a dosis de 185 ppm con una disminución de menos 0.10% de fósforo, calcio, energía y aminoácidos, con la adición de 400 ppm de amilasa, β -glucanasa y 100 ppm de xilanasa, así como el tratamiento en donde se adicionó fitasa a dosis de 185 ppm con una disminución de menos 0.10% de fósforo, calcio, energía y aminoácidos, con la adición de 350 ppm de β -glucanasa, pectinasa y xilanasa.

En el Cuadro 23, se muestran los resultados obtenidos en la obtención del costo por kilogramo de carne producido por concepto de ave y alimento. Se presenta el costo promedio del kilo de alimento de acuerdo al precio de formulación de cada una de las etapas, así como del consumo de alimento obtenido en cada tratamiento y fase. Por concepto de ave, no se encontraron diferencias ($P > 0.05$), entre los diferentes tratamientos evaluados. Con relación al alimento, se observan diferencias ($P < 0.01$), en los tratamientos evaluados, mostrando los mejores costos (9.212, 8.830, 9.048, 9.059, 8.997, 8.940 y 9.003 pesos mexicanos MN), el tratamiento en donde se adicionó la fitasa a 185 ppm con un disminución de menos 0.10% de fósforo, calcio, EM y AA, al igual que los tratamientos se adicionó fitasa a dosis de 185 ppm con una disminución de menos 0.10% de fósforo, calcio, energía y aminoácidos, con la adición de 350 ppm de β -glucanasa, pectinasa y xilanasa y el tratamiento se adicionó fitasa a dosis de 400 ppm con una

disminución de 0.13% de fósforo, calcio, energía y aminoácidos, con la adición de 350 ppm de β -glucanasa, pectinasa y xilanasa.

Cuando se realizó el análisis conjunto de ave y alimento de los distintos tratamientos, se observaron diferencias ($P < 0.01$), entre los tratamientos. Nuevamente los mejores resultados (11.42, 10.99, 11.23, 11.31, 11.17, 11.15 y 11.20 pesos mexicanos MN), fueron para los tratamientos que manifestaron una disminución del costo por concepto de alimento, más el tratamiento en donde se adicionó fitasa a dosis de 185 ppm con una disminución de menos 0.10% de fósforo, calcio, energía y aminoácidos, con la adición de 100 ppm de β -glucanasa y xilanasa.

10. DISCUSION

Dado que el proceso de obtención de los DDGS para la producción de etanol a partir del maíz triplica sus valores nutricionales, el contenido de micotoxinas presentes en el grano, son igualmente triplicados en el subproducto, esto se explica porque, las micotoxinas no son destruidas en el proceso de fermentación (Dale y Batal, 2005). El análisis sobre micotoxinas realizado al DDGS utilizado en ambas pruebas, mostraron la presencia de aflatoxina con 14.6 ppb; ocratoxina con 45 ppb; Zearalenona con 115.4 ppb y toxina T-2 con 361.1 ppb, que al igual que otros estudios realizados (García *et al.*, 2008; Rodrigues, 2008; Taylor-Pickard, 2008; Wu y Munkvold 2008; Zhang *et al.*, 2009), ninguna de las toxinas encontradas rebasaban los límites permisibles por la FDA (2010), para su uso en la alimentación animal. Con la dilución que se realizó en las dietas del co-producto en ambos trabajos, los niveles detectados de cada una de ellas, no contribuyeron a los resultados finales del presente estudio.

Indudablemente que los niveles de inclusión en las dietas para el pollo de engorda de los DDGS, tienen repercusiones en la producción, que en ocasiones éstas son desfavorables, sin embargo, también tienen efectos en los costos del alimento y que en ocasiones, éstas son favorables, siendo a veces difícil mantener un equilibrio entre la producción y los costos del alimento, sobre todo, cuando se manejan inclusiones elevadas de los DDGS, como sucedió en el primer trabajo desarrollado en el presente estudio, en donde los niveles del 14%, sin la adición de enzimas, mostraron un 5.6% menos del peso corporal y 3.6% más alto el índice de conversión, a pesar de disminuir el costo por kilogramo de alimento en un 4.1%, lo que ayudó para que al final del trabajo fueran similares ($P>0.05$), los costos de producción por kilogramo de carne producidos por concepto de alimento y ave, con relación a las aves que estuvieron alimentadas sin DDGS y sin enzimas, coincidiendo con lo reportado con otros autores (Noll *et al.*, 2001; Esparza *et al.*, 2007; Schilling *et al.*, 2010), que recomiendan niveles más bajos que los estudiados en el primer trabajo, para obtener los beneficios en producción,

ya que el usar niveles altos es evidente que reduce el peso corporal, probablemente debido a una sobre estimación de los valores de la lisina en los DDGS y a una disminución de los valores de proteína en la soya (Lumpkins *et al.*, 2004).

Las enzimas usadas conjuntamente con los DDGS en la alimentación animal, han sido principalmente complejos enzimáticos que abarcan una amplia gama de posibilidades de acción y los reportes que existen en la literatura han sido contradictorios (Gómez y Angeles 2007; Ledoux, 2009; Min *et al.*, 2009; Bol y Bohórquez, 2009; Oryschak *et al.*, 2010), algunos de estos informes coinciden con lo encontrado en el primer trabajo, en donde el disminuir los índices de proteína cruda en un 7.5% y 100 Kcal de la energía metabolizable, con niveles de 14% de DDGS, con y sin las enzimas proteasa y mananasa, ayudaron a disminuir el costo del alimento, sin embargo, estas enzimas no fueron capaces de mejorar el peso corporal, ni los índices económicos al final del trabajo, con relación a las aves que estuvieron alimentadas con y sin DDGS, sin enzimas y sin la reducción de la proteína y energía. Adicionalmente no se encontraron efectos significativos ($P>0.05$), entre las enzimas, el nivel de DDGS y reducciones de proteína y energía, sobre la mortalidad general (%), longitud de tibia (mm), resistencia de tibia, intestino y piel (kg/fuerza), así como en los valores de pigmentación, obtenidos al final del primer trabajo.

Los DDGS son una buena fuente fósforo, conteniendo 0.72% total (Cuadro 1), con una disponibilidad aproximada del 75% (Martínez *et al.*, 2004), siendo esta la razón de realizar ensayos con la enzima fitasa, la cual libera fósforo adicional a partir de fitatos en varios ingredientes de origen vegetal. Para el segundo trabajo, la disminución de fósforo, calcio, EMKcal y aminociados, con la adición de diferentes niveles de fitasa más complejos enzimáticos, y con inclusiones de 5% en iniciación y 10% en crecimiento y finalización de DDGS, lograron mantener el peso corporal ($P>0.05$), con relación al tratamiento en donde se adicionaron DDGS sin enzimas y sin la disminución de los elementos descritos. Trabajar con inclusiones de 185 ppm de fitasa con una disminución de 0.10 % de fósforo, calcio, EMKcal y aminoácidos

en la dieta, mejoraron la conversión de alimento y los índices económicos al final del trabajo, sin embargo la mayor resistencia de la tibia (kg/fuerza), fue para los tratamientos en donde se incluyeron además de la fitasa un complejo enzimático. El segundo trabajo coincide con lo reportado por Oryschak *et al.*, (2010), en donde recomiendan para una buena producción en el pollo de engorda utilizar complejo enzimático con niveles de inclusión de DDGS no mayores a 10%. Otros informes mencionan (Martínez *et al.*, 2004 y 2006), que el efecto de la fitasa en la liberación del fósforo no disponible de los DDGS, puede depender de los fitatos remanentes después de la fermentación, siendo probablemente uno de los motivos por el cual la fitasa a niveles más altos con las reducciones del 0.13% de fósforo, calcio, EMKcal y aminoácidos en la dieta, por que la liberación de fósforo no disponible de los DDGS, no fue suficiente para lograr la cantidad necesaria a la reducción en la dieta y obtener resultados satisfactorios. Todavía existe un camino largo por recorrer, mientras no se tenga un coproducto estable, sin grandes variaciones en su producción, en su contenido y disponibilidad de nutrientes, así como disponible, las recomendaciones para la producción del pollo de engorda seguirán siendo contradictorias por lo que respecta a los niveles de inclusión con el uso de enzimas.

11. CONCLUSIONES

- 1) Los niveles del 14% de DDGS, sin la adición de enzimas, mostraron un 5.6% menos del peso corporal y 3.6% mas alto el indice de conversión, con relación a las aves que estuvieron alimentadas sin DDGS y sin enzimas,
- 2) El disminuir los índices de proteína cruda en un 7.5% y 100 Kcal de la energía metabolizable, con niveles de 14% de DDGS, con y sin las enzimas proteasa y mananasas, no ayudaron a mejorar el peso corporal, ni los índices económicos, con relación a las aves que estuvieron alimentadas con y sin DDGS, sin enzimas y sin la reducción de la proteína y energía.
- 3) No se encontraron efectos significativos ($P>0.05$), entre las enzimas proteasa y mananasa, el nivel de 14% de DDGS y reducciones de proteína y energía, sobre la mortalidad general (%), longitud de tibia (mm), resistencia de tibia, intestino y piel (kg/fuerza), así como en los valores de pigmentación, obtenidos al final del primer trabajo.
- 4) Los niveles de 5% en iniciación y 10% en crecimiento y finalización de DDGS con inclusiones de 185 ppm de fitasa, con una disminución de 0.10 % de fósforo, calcio, EMKcal y aminoácidos en la dieta, mejoraron la conversión de alimento y los índices económicos, al final del trabajo.
- 5) La mayor resistencia de la tibia (kg/fuerza), fue para los tratamientos en donde se incluyeron además de la fitasa un complejo enzimático, con niveles de 5% en iniciación y 10% en crecimiento y finalización.

12. BIBLIOGRAFIA

Atlas Geográfico del Estado de Michoacán. 1981. Gobierno del Estado. E Editorial Eddisa. México. DF

Administración de Drogas y alimentos de los Estados Unidos (FDA). 2010. es.wikipedia.org/.../Administración_de_Alimentos_y_Medicamentos -. Consulta agosto 2010.

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

Batal, A.B. and N.M. Dale. Mineral composition of distillers dried grains with solubles, *Journal of Applied Poultry Research*. 2003: 12: 400-403.

Batal, A.B. and N.M. Dale. True metabolizable energy and amino acid digestibility of distillers grains with solubles. *Journal of Applied Poultry Research*. 2006: 15: 89-93.

Batal, A.B. Uso de DDGS en dietas avícolas. Aunque hay restricciones, los DDGS representan un ingrediente de alimento aceptable que se puede usar con éxito en las dietas avícolas para reducir costos. 2009: [Http://www.wattpoultry.com/ddgsep.aspx](http://www.wattpoultry.com/ddgsep.aspx). [consulta junio 2009].

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

Blas de C, Mateos G.G y Rebollar P.G. Universidad Politécnica de Madrid, España. 2003: www.produccion-animal.com.ar [consulta Agosto 2010].

Blas, C. G. Mateos G., y Rebollar P. G. 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. 2003: 423 p.p.

Bol Caál B y Bohórquez Puga N.E. Efecto del Allzyme® SSF en dietas con base de maíz, soya y granos secos de destilería con solubles (DDG's) sobre el desarrollo y características de la canal en pollos de engorde. 2009. Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura. Zamorano, Honduras.

Bühler, M., Limper, J., Müller, A., Schwarz, G., Simon, O., Sommer, M., y Spring, W. Las enzimas en la nutrición animal. Ed. AWT. Bonn, 1998: Alemania.

Cortés, CA. R. Águila Salinas y E. Ávila González. La utilización de enzimas como aditivos en dietas para pollos de engorda. 2002: <http://www.Ejournal.unam.mx/rvm/vol33-01/RVM33101.pdf>-paginas similares de AC Cuevas-2002. [consulta Junio 2008].

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

Cuca GM, Ávila GE y Pro MA. Alimentación de las aves. Universidad Autónoma Chapingo. Dirección de Patronato Universitario. Departamento de Zootecnia: 2009.

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].

Danicke SSO, Jeroch H. Effects of supplementation of xylanase or α -glucanase containing enzyme preparation to either rye or barley based diets on performance and nutrient digestibility. Archiv Fur Gefluegelkunde.1999: 63:252-259.

Dilger RN. Onyango EM. Sands JS. Adeola O, Evaluation of microbial phytase in broiler diet. Poultry Science. 2004: 83: 962-970.

Donkers, W. Enzymes are nature's teeth. Pig's. Nov. 1989 p. 15-16.

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

Esparza CC, Cortes, CA, Ornelas RM y Ávila GE. Efecto de la inclusión de diferentes niveles de granos secos de destilería con solubles en dietas sorgo-soya para pollos de engorda. 2007: 57th WPDC/XXXIII ANECA. www.fmvz.unam.mx/fmvz/centros/ceiepa/archivos/aneca_08/9%20GRANOS%20SECOS%20DE%20DESTILERIA.pdf - Páginas similares [consulta: 10 agosto2008].

Fastinger ND, Latshaw JD, and Mahan DC. Amino acid availability and true metabolizable energy content of corn distillers dried grains with solubles in adult cecectomized roosters. Poultry Science, 2006. Vol 85, Issue 7, 1212-1216.

Fernández, R.S. Uso de Enzimas Termoestables en la Alimentación Animal.2007: Ph. D., DSM, Nutritional Producty México S.A. de C.V.

Flores, M.P., Castañon, J.I.R., McNab, J.M. Effect of enzyme supplementation of wheat and triticale based diets for broilers. 1994: Animal Feed Science and Technology 49: 237-243.

García, A.; Kalscheur, A.; Hippen, A.; Schingoethe, D.; Rosentrater, K. Mycotoxins in corn distillers grains, a concern for ruminants? South Dakota Cooperative Extension Service Extension Extra, March 2008: 1-3.

Ghazi, S., Rooke, J. A., Glabraith, H., and Morgan, A. The potential for improving soybean meal in diets for chicks; treatment with different proteolytic enzymes. 1996: Proc. WPSA spring meeting, U.K. Banch scarbarough. Vol. I, p. 40-41.

Gómez RS y ML Angeles. Efectos del Nivel de DDGS y la adición de enzimas en la dieta sobre el comportamiento productivo de pollos de engorda en finalización. 2007: CENIDFyMA_INIFAP.PES Cuautitlán-UNAM.

Graham H, Inburr J. Stability of enzymes during processing, Feed Mix. 1997: 3:18-19.

Harms, R.H., R.S. Moreno and B.L. Damron. Evaluation of distillers grains with solubles in diets of laying hens, Poultry Science. 1969: 48: 1652-1655.

Jackson. ME, DW Fodge, y HY Hsiao. Efectos de la beta-mananasa en dietas de maíz-pasta de soya en el rendimiento de gallinas de postura. Poultry Sciencie. 1999: 78:1737-1741 [Resumen][PDF].

Jensen. L.S. C.H. Chang and S.P. Wilson. Interior egg quality: improvement by distiller's feeds and trace elements, Poultry Science. 1978: 57: 648- 654.

Jensen. L.S., L. Falen y C.H. Chang. Effect of a distillers dried grains with solubles on reproduction and liver fat accumulation in laying hens, Poultry Science. 1974: 53: 586-592.

Johnston, L., J. Goihl and J. Shurson. Agents to improve flowability of DDGS in commercial systems, Final Report to Minnesota Pork Board. 2007: pp: 1-15.

Lan GQ. Abdullah N. Jalaludin S. Ho YH. Efficacy of supplementation of a phytase producing bacterial culture on the performance and nutrient use of broiler chickens fed corn-sorbean meal diets. Poultry Science. 2002: 81:1522-1532.

Ledoux D. Lower feed costs with distillers dried grains whit solubles (DDGS). 2009: [Http://www.genencor.com/cms/connect/genencor/products_and_services/news/busin_essupdate_281_en.htm-25k-](http://www.genencor.com/cms/connect/genencor/products_and_services/news/busin_essupdate_281_en.htm-25k-). [consulta: febrero 2009].

Leeson and Summers S., J.D. Comercial poultry nutrition. 2005 3rd ed. Guelph, Ontario Canadá: University Books.

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. Evaluation of distillers grains with solubles as a feed ingredient for broilers, Poultry Science. 2004: 83: 1891-1896.

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

Martinez Amezcua, C., C.M. Parsons and D.H Baker. Effect of microbial phytase and citric acid on phosphorus bioavailability, apparent metabolizable energy, and amino acid digestibility in distillers dried grains with solubles in chicks. Departamento de Ciencias Animales, Universidad de Illinois, Urbana, 61801, EE.UU. Poultry Science. 2006: 85:470-475.

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

Matterson, L.D., J. Tlustohowicz and E.P. Singesen. Corn distillers dried grains with solubles in rations for high producing hens, Poultry Science. 1966: 147-151.

Min Y.N, Yan F, Lui F.Z, Coto C, and Waldroup P.W. Effect of various dietary enzymes on energy digestibility of diets high in distillers dried grains with soluble for broilers. Journal of Applied Poultry Research. 2009: 734-740. [Summary][Full Text][PDF].

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

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

Oryschak M, Korver D, Zuidhof M and Beltranena E. Nutritive value of single-screw extruded and nonextruded triticale distillers dried grains with solubles, with and without an enzyme complex, for broilers. Poultry Science. 2010: 89:1411-1423.

Pack, M., Bedford, M., and Wyatt, C. Feed enzymes may improve corn-sorghum diets. Feedstuffs. 1998: February 2. p. 18-19.

Palmer G. H. Antecedentes y Fundamentación Científica. 1975.

Pettersson, D., Graham, H. y Aman, P. Enzyme supplementation of broiler chicken diets based on cereals with endosperm cell walls rich in arabinoxylans or mixed-linked P-glucans. Animal Production. 1990: 51: 201-207.

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. 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.

Robertson, K.D. J.L. Kalbfleisch, W. Pan and R.A. Charbeneau. 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. 2005: MI 48823, USA E-mail: robers22@msu.

Rodrigues, I. Crucial to monitor mycotoxins in DDGS. Feed Business Asia Jan/Feb, 2008, 36-39.

Rosentrater, K.A. and M. Giglio. What are the challenges and opportunities for utilizing distillers grains, Distillers Grains Quarterly, 1(1): 2005: 15-17.

Rutherford SM, Cheng TK, Morel PCH, Moughan PJ. Effect of microbial Phytase on lineal digestibility of phytate phosphorus, total phosphorus, and amino acids in a low-phosphorus diet for broilers, Poultry Science. 2004: 83:61-68.

Schilling MW, Battula V, Loar RE, II, Jackson V, Kin S and Corzo A. Dietary inclusion level effects of distillers dried grains with solubles on broiler meat quality. *Poultry Science*. 2010. 89:752-760.

Shurson G and Fraser DS. The "new generation" of distiller's dried grains Higher nutrient value makes "new generation" DDGS an exciting ingredient that can be a cost effective partial replacement for maize, soybean meal, and dicalcium phosphate in swine feeding programs. *World Grain Feed, Operations*: 2004: 64.

Silversides FG, Scott TA, Bedford MR. The effect of phytase enzyme and level on nutrient extraction by broilers. *Poultry Science*. 2004: 83:985-989.

Singh, V., C.M. Parsons y J. Pettigrew. Process and engineering effects on DDGS products – present and future, *Proceedings 5th Mid Atlantic Nutrition Conference*, University of Maryland, College Park MD USA. 2007: pp: 82-90.

Soriano, L. M. Análisis de sistemas pectinolíticos bacterianos. Aislamiento y caracterización de las pectinasas PEIA de *Paenibacillus* sp. BP23 y YvpA de *Bacillus subtilis*. 2004: Tesis doctoral. Barcelona.

Stark, Ch. Quality evaluation methods for DDGS, in *Proceedings Carolina Nutrition Conference*, Research Triangle Park N.C. 2007.

Swiatkiewicz S. y J. Koreleski. National Research Institute of Animal Production Department of Animal Nutrition and Feed Science. 2006: 32-083 Belice, Poland.

Statistica. 2003. Release 6.0. StatSoft. Inc. Licencia de la Facultad de Ingeniería de Tecnología de la madera. División de estudios de Posgrado. UMSNH.

Tamin NM, Angel R, Christman M. Influence of dietary calcium and phytase on phytate phosphorus hydrolysis in broiler chickens. *Poultry Science*. 2004: 83:1358-1367.

Taylor-Pickard, J.. The pros and cons of feeding DDGS. *Feed Mix* 16(3), 2008, 28 – 29.

Publisher: Reed Business Information

Underkofler L. A. Enzymes in starch industry *Diestärke*. 1965: 17:179-184.

USDA (Información y Servicios del United States Department of Agriculture). <http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome>. 2010.

Van der Kamps, J. D., Kwakemaak C, y De Wit W. Effects of endoxylanase addition to wheat based diets on physico-chemical chime conditions and mineral absorption in broilers. *Animal Feed Science and Technology*. 1995: 51:15-27.

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

Waldroup, P.; Wang, Z; Coto, C.; Cerrate, S.; Yan, F. Development of a Standardized nutrient matrix for corn Distillers Dried Grains With Solubles. *International Journal of Poultry Science* 6. 2007: 478-483.

Walker, G. J. and Whelan W. J. *Biochem J*. 1960: 76,264.

Wang, Z., S. Cerrate, C. Coto, F. Yan, and P.W. Waldroup. Effect of rapid and multiple changes in level of distillers dried gains with solubles (DDGS) in broiler diets on performance and carcass characteristics, *International Journal of Poultry Science* 6(7). 2007b: 725-731.

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

Winford, E.J., Garrigus, W.P. & Barnhard, C.E. Distillers dried solubles as a protein supplement for growing and fattening hogs in drylot. Kentucky Agricultural Experiment Station. Bull. No. 577, Lexington, Kentucky, USA, 1951, p. 3-16.

Wiseman, J., and Inborr, J. The nutritive value of wheat and its effect on broiler performance. *Rec. Adv. Anim. Nutr. P.* 1990: 79-102.

Wiseman, J. 1986. [Sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/.../Antec_fund_cientif.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/.../Antec_fund_cientif.pdf) _Similes. [consulta agosto 2010].

Wu, F.; Munkvold, G.P.. Mycotoxins in Ethanol Co-products: modeling economic impacts on the livestock industry and management strategies. *J. Agric. Food Chem.* 2008, 56, 3900 – 3911. 20

Zanella, NK, Sakomura, FG, Silversides, A, Figueirido, M, Pack. Effect of enzyme suppleamentation of broiler diet base don corn and soybeans. *Poultry Science.* 1999: 78:561-568.

Zhang Y, Caupert J, Imerman PM, Richard JL, Shurson GC. The occurrence and concentration of mycotoxins in U.S. distillers dried grains with solubles. *J Agric Food Chem.* 2009 Oct 28;57(20):9828-37

Zou T.X, Qiao X.J, y Xu Z. Efecto de la enzima beta-mananasa sobre el rendimiento y la inmunidad de pollos de engorda. *Poultry Science.* 2006: 85 (12): 2176-2179. [Resumen][Texto completo][PDF].

**Cuadro 4. Composición de las dietas utilizadas de 0 a 21 días de edad.
Experimento 1.**

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Ingrediente	Kg							
Maíz (9.0%)	545.82	475.8	475.3	475.3	527.6	527.1	500.4	499.9
P. de Soya (47%)	374	303.7	303.7	303.7	260.0	260.0	299.5	299.5
DDGS	0	140	140	140	140	140	140	140
Aceite crudo de soya	33	33.5	33.5	33.5	25.0	25.0	13.1	13.1
Ortofosfato 21/18	18	14.3	14.3	14.3	14.6	14.6	14.5	14.5
C. de Calcio (38%)	12.00	15.2	15.2	15.2	15.3	15.3	15.0	15.0
Sal Refinada	4.00	3.35	3.35	3.35	3.55	3.55	3.3	3.3
Metionina polvo MHA	3.80	3.4	3.4	3.4	3	3	3.4	3.4
L-Lisina HCL	2.60	4	4	4	4.13	4.13	4	4
L-Treonina	0.3	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.32	0.32
C. de Colina (60%)	1.00	1	1	1	1	1	1	1
Vitaminas y Minerales	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Nicarbazina	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Bacitracina de Zinc	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Antioxidante	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
Bicarbonato de sodio	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Secuestrante Micoto.	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Proteasa	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0
Mananasa	0	0	0	0.5	0	0	0	0.5
Total	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Análisis/Nutrientes								
Proteína Cruda (%)	22.00	22.00	22.00	22.00	20.35	20.35	22.00	22.00
EM. Kcal/Kg.	2975	2978	2978	2978	2977	2977	2874	2874
Lisina (%)	1.38	1.39	1.39	1.39	1.280	1.280	1.38	1.38
Metionina+Cist. (%)	1.01	1.00	1.00	1.00	0.924	0.924	1.00	1.00
Treonina (%)	0.88	0.88	0.88	0.88	0.818	0.818	0.88	0.88
Triptófano (%)	0.29	0.27	0.27	0.27	0.249	0.249	0.27	0.27
Calcio (%)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Fósforo disp. (%)	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
Sodio (%)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

**Cuadro 5. Composición de las dietas utilizadas de 21 a 35 días de edad.
Experimento 1.**

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Ingrediente	Kg							
Maíz (9.0%)	538.45	469.63	469.13	469.13	518.73	518.23	493.35	492.85
P. de Soya (47%)	354	284	284	284	242.4	242.4	280	280
DDGS	0	140	140	140	140	140	140	140
Aceite crudo de soya	62	62	62	62	54	54	42	42
Ortofosfato 21/18	17.56	13.5	13.5	13.5	13.7	13.7	13.5	13.5
C. de Calcio (38%)	11.81	14.4	14.4	14.4	14.6	14.6	14.4	14.4
Sal refinada	3.51	2.8	2.8	2.8	3	3	3	3
Metionina polvo MHA	3.85	3.5	3.5	3.5	3.13	3.13	3.5	3.5
L-Lisina HCL	1.00	2.35	2.35	2.35	2.62	2.62	2.43	2.43
C. de Colina (60%)	0.80	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Vitaminas y Minerales	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Salinomicina	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Bacitracina de zinc	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Antioxidante	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Pigmento amarillo 15g/k	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Pigmento rojo	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Bicarbonato de sodio	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Proteasa	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0
Mananasa	0	0	0	0.5	0	0	0	0.5
Total	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Análisis/Nutrientes								
Proteína Cruda (%)	21.00	21.00	21.00	21.00	19.429	19.429	21.0	21.0
EM. Kcal/Kg.	3152	3152	3152	3152	3151	3151	3048	3048
Lisina (%)	1.20	1.20	1.20	1.20	1.110	1.110	1.20	1.20
Metionina+Cist. (%)	0.98	0.98	0.98	0.98	0.908	0.908	0.98	0.98
Treonina (%)	0.81	0.81	0.81	0.81	0.748	0.748	0.81	0.81
Triptófano (%)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.236	0.236	0.25	0.25
Calcio (%)	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Fósforo disp. (%)	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
Sodio (%)	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18

**Cuadro 6. Composición de las dietas utilizadas de 35 a 46 días de edad.
Experimento 1.**

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Ingrediente	Kg							
Maíz (9.0%)	614.39	545.77	545.27	545.27	587.22	586.72	570.27	569.77
P. de Soya (47%)	288.4	218	218	218	181.75	181.75	214	214
DDGS	0	140	140	140	140	140	140	140
Aceite crudo de soya	55.7	56	56	56	50	50	35.5	35.5
Ortofosfato 21/18	14.55	10.4	10.4	10.4	11	11	10.5	10.5
C. de Calcio (38%)	10.5	12.9	12.9	12.9	13.1	13.1	12.5	12.5
Sal refinada	3.98	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.5	3.5
Metionina polvo MHA	2.7	2.4	2.4	2.4	2.1	2.1	2.4	2.4
L-Lisina HCL	1.25	2.7	2.7	2.7	3	3	2.8	2.8
C. de Colina (60%)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Vitaminas y Minerales	1	1	1	1	1	1	1	1
Salinomicina	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Bacitracina de zinc	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Antioxidante	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Pigmento amarillo 15g/k	5	5	5	5	5	5	5	5
Pigmento rojo	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Bicarbonato de sodio	1	1	1	1	1	1	1	1
Proteasa	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0
Mananasa	0	0	0	0.5	0	0	0	0.5
Total en Kg	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Análisis/Nutrientes								
Proteína Cruda (%)	18.50	18.49	18.49	18.49	17.11	17.11	18.5	18.5
EM. Kcal/Kg.	3197	3201	3201	3201	3205	3205	3096	3096
Lisina (%)	1.05	1.05	1.05	1.05	0.98	0.98	1.05	1.05
Metionina+Cist. (%)	0.82	0.82	0.82	0.82	0.76	0.76	0.82	0.82
Treonina (%)	0.71	0.71	0.71	0.71	0.66	0.66	0.71	0.71
Triptófano (%)	0.25	0.22	0.22	0.22	0.2	0.2	0.22	0.22
Calcio (%)	0.80	0.79	0.79	0.79	0.8	0.8	0.78	0.78
Fósforo disp. (%)	0.38	0.38	0.38	0.38	0.39	0.39	0.38	0.38
Sodio (%)	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17

Cuadro 7. Composición de las dietas utilizadas de 0 a 21 días de edad.
Experimento 2.

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Ingrediente	kg						
Sorgo 8%	582.03	601.65	604.88	600.71	601.66	600.93	601.19
P. de Soya 47%	287.00	283.57	283.28	303.21	299.51	304.04	303.13
DDGS	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Aceite crudo de soya	20.43	8.77	6.62	5.00	5.00	5.00	5.00
Ortofosfato 21/18	15.05	10.23	8.76	10.15	10.16	8.68	10.15
C. Calcio 38%	13.82	13.47	14.15	13.38	13.40	14.05	13.38
Gluten de maíz 60%	13.66	14.49	14.27	0.0	3.28	0.0	0.0
L-Lisina (78%)	4.01	3.89	3.90	3.39	3.30	3.19	3.39
DL-Metionina (99%)	3.13	3.01	3.01	3.10	2.90	2.92	3.10
Bicarbonato de sodio	3.00	3.00	3.00	2.04	2.13	1.91	2.04
Vit. y Minerales	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Sal refinada	2.23	2.23	2.23	2.90	2.84	3.24	2.90
L-Treonina	1.55	1.40	1.41	1.34	1.20	1.18	1.34
Nicarbazina	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Lincomycin 500g/MT	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Enradin F80	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Fitasa	0	0.185	0.400	0.185	0.185	0.400	0.185
Xilanasas	0	0	0	0.100	0	0	0
Amilasa y β glucanasa	0	0	0	0.400	0	0	0
Mezcla enzimas	0	0	0	0	0.350	0.350	0
Complejo enzimático	0	0	0	0	0	0	0.100
Total kg	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Análisis/Nutrientes							
Proteína Cruda (%)	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
EM. Kcal/Kg.	3.000	3.000	3.000	2.956	3.000	3.006	2.957
Lisina (%)	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
Metionina+Cist. (%)	0.860	0.860	0.860	0.860	0.860	0.860	0.860
Treonina (%)	0.804	0.804	0.804	0.804	0.804	0.804	0.804
Triptófano (%)	0.209	0.210	0.210	0.217	0.218	0.220	0.217
Calcio (%)	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900
Fósforo disp. (%)	0.450	0.450	0.450	0.450	0.450	0.450	0.450
Sodio (%)	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.210	0.200

Cuadro 8. Composición de las dietas utilizadas de 21 a 35 días de edad.
Experimento 2.

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Ingrediente	kg						
Sorgo 8%	553.13	572.71	576.10	581.93	580.38	583.78	582.73
P. de Soya 47%	262.78	260.08	259.45	258.40	259.58	258.95	258.26
DDGS	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Aceite crudo de soya	41.47	30.01	27.79	21.91	23.05	20.83	21.65
Ortofosfato 21/18	12.87	8.05	6.57	8.02	8.02	6.55	8.02
C. Calcio 38%	13.65	13.30	13.98	13.32	13.31	13.99	13.32
L-Lisina (78%)	2.96	2.82	2.83	2.86	2.64	2.66	2.86
DL-Metionina (99%)	3.01	2.89	2.89	2.89	2.71	2.71	2.89
Bicarbonato de sodio	0.97	0.92	0.93	0.95	0.81	0.83	0.95
Vit. y Minerales	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Sal refinada	3.33	3.37	3.35	3.34	3.44	3.42	3.34
L-Treonina	1.06	0.92	0.92	0.93	0.77	0.77	0.93
Lincomycin 500g/MT	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Enradin F80	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Cygro	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Pigmento 30 g/k	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
Carophyll Amarillo P	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Carophyll Rojo	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Fitasa	0	0.185	0.400	0.185	0.185	0.400	0.185
Xilanasa	0	0	0	0.100	0	0	0
Amilasa y β glucanasa	0	0	0	0.400	0	0	0
Mezcla enzimas	0	0	0	0	0.35	0.350	0
Complejo enzimático	0	0	0	0	0	0	0.100
Total kg	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Análisis/Nutrientes							
Proteína Cruda (%)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
EM. Kcal/Kg.	3.100	3.100	3.100	3.055	3.100	3.100	3.055
Lisina (%)	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Metionina+Cist. (%)	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
Treonina (%)	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73
Triptófano (%)	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
Calcio (%)	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Fósforo disp. (%)	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
Sodio (%)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

Cuadro 9. Composición de las dietas utilizadas de 35 a 49 días de edad.
Experimento 2.

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Ingrediente	kg						
Sorgo 8%	586.25	605.83	609.22	615.05	613.50	616.90	615.85
P. de Soya 47%	216.19	213.49	212.86	211.81	212.98	212.36	211.66
DDGS	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Aceite crudo de soya	56.06	44.60	42.38	36.50	37.64	35.42	36.24
Ortofosfato 21/18	11.25	6.42	4.95	6.40	6.39	4.92	6.39
C. Calcio 38%	13.40	13.05	13.73	13.07	13.06	13.74	13.07
L-Lisina (78%)	2.58	2.44	2.46	2.48	2.26	2.28	2.48
DL-Metionina (99%)	2.35	2.23	2.23	2.23	2.05	2.05	2.23
Bicarbonato de sodio	2.61	2.55	2.57	2.59	2.45	2.46	2.59
Vit. y Minerales	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Sal refinada	2.20	2.24	2.23	2.22	2.31	2.30	2.21
L-Treonina	0.77	0.63	0.63	0.63	0.48	0.48	0.64
Lincomycin 500g/MT	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Enradin F80	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Cygro	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Pigmento 30 g/k	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68
Carophyll Amarillo P	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Carophyll Rojo	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Fitasa	0	0.185	0.400	0.185	0.185	0.400	0.185
Xilanasa	0	0	0	0.100	0	0	0
Amilasa y β glucanasa	0	0	0	0.400	0	0	0
Mezcla enzimas	0	0	0	0	0.350	0.350	0
Complejo enzimático	0	0	0	0	0	0	0.100
Total kg	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Análisis/Nutrientes							
Proteína Cruda (%)	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
EM. Kcal/Kg.	3.220	3.220	3.220	3.175	3.220	3.220	3.175
Lisina (%)	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
Metionina+Cist (%)	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
Treonina (%)	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
Triptófano (%)	0.18	0.18	0.18	0.18	0.19	0.19	0.18
Calcio (%)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Fósforo disp. (%)	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
Sodio (%)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

Cuadro 10. Valores de las matrices de las enzimas utilizadas en la formulación de las dietas experimentales del Experimento 2.

	185 ppm de Fitasa		400 ppm de Fitasa		β -Glucanasa, Pectinasa y xilanasa	
	VM*	NLTA**	VM	NLTA	VM	NLTA
EM, Mcal/kg	245	45	138	55	113	40
Proteína %	1135	2,100	525	2,100	100	350
Lisina %	83	154	38	152	40	140
Metionina %	18	33	8	32	23	81
Met+Cist. %	53	98	24	96	47	165
Treonina %	81	150	37	148	40	140
Triptofano %	10	19	5	20	8	28
Arginina %	97	179	45	180	30	105
Calcio %	541	1,001	252	1,008		
Fosforo Disp., %	541	1,001	327	1,308		

*VM= Valores de la Matriz

**NLTA= Nutrientes liberados por tonelada de alimento

Cuadro 11. Evolución del peso corporal (g). Experimento 1

	7	14	21	28	35	42	46
	Días de edad						
	Media $\pm$ Desviación estándar						
1	159 $\pm$ 2 a	415 $\pm$ 5 a	853 $\pm$ 14 a	1459 $\pm$ 41 a	2021 $\pm$ 28 a	2692 $\pm$ 49 a	3158 $\pm$ 48 a
2	158 $\pm$ 4 a	397 $\pm$ 1 a	813 $\pm$ 24ab	1369 $\pm$ 33b	1879 $\pm$ 47cd	2598 $\pm$ 51bc	2990 $\pm$ 35 c
3	156 $\pm$ 6 a	398 $\pm$ 1 a	814 $\pm$ 23ab	1365 $\pm$ 19b	1938 $\pm$ 35b	2559 $\pm$ 31cd	2991 $\pm$ 45c
4	157 $\pm$ 5 a	398 $\pm$ 8 a	815 $\pm$ 12ab	1359 $\pm$ 43b	1898 $\pm$ 32bc	2541 $\pm$ 31de	2972 $\pm$ 36c
5	152 $\pm$ 4 a	381 $\pm$ 1 a	764 $\pm$ 23bc	1275 $\pm$ 26d	1828 $\pm$ 45 d	2488 $\pm$ 48 ef	2840 $\pm$ 45d
6	152 $\pm$ 6 a	374 $\pm$ 7 a	756 $\pm$ 19c	1289 $\pm$ 41cd	1836 $\pm$ 33d	2475 $\pm$ 35f	2854 $\pm$ 46d
7	157 $\pm$ 2 a	386 $\pm$ 2 a	774 $\pm$ 12bc	1344 $\pm$ 41bc	1915 $\pm$ 44bc	2622 $\pm$ 52b	3065 $\pm$ 44b
8	157 $\pm$ 4 a	387 $\pm$ 8 a	783 $\pm$ 12bc	1349 $\pm$ 33b	1916 $\pm$ 47 bc	2647 $\pm$ 53ab	3050 $\pm$ 36b
	NS*	NS	(P<0.01)**	(P<0.01)	(P<0.01)	(P<0.01)	(P<0.01)

*/NS= No existe diferencias significativa (P>0.05)

**/ Existe diferencias significativa (P<0.01)

Cuadro 12. Evolución del consumo de alimento (g). Experimento 1

	7	14	21	28	35	42	46
	Días de edad						
	Media $\pm$ Desviación estándar						
1	146 $\pm$ 7 a	505 $\pm$ 10 a	1151 $\pm$ 31 a	2132 $\pm$ 36bd	3121 $\pm$ 44d	4324 $\pm$ 23c	5190 $\pm$ 32d
2	150 $\pm$ 5 a	515 $\pm$ 12 a	1147 $\pm$ 29 a	2069 $\pm$ 31bcd	2960 $\pm$ 54b	4222 $\pm$ 44b	5089 $\pm$ 33c
3	144 $\pm$ 7 a	496 $\pm$ 13 a	1113 $\pm$ 34 a	2036 $\pm$ 35abc	2922 $\pm$ 57b	4117 $\pm$ 38 a	4996 $\pm$ 43b
4	143 $\pm$ 10 a	499 $\pm$ 11 a	1124 $\pm$ 18 a	2043 $\pm$ 46abc	2908 $\pm$ 47ab	4081 $\pm$ 28 a	4994 $\pm$ 43b
5	145 $\pm$ 7 a	496 $\pm$ 20 a	1104 $\pm$ 33 a	2022 $\pm$ 37ab	2895 $\pm$ 50ab	4109 $\pm$ 44 a	4977 $\pm$ 44b
6	145 $\pm$ 10 a	494 $\pm$ 15 a	1105 $\pm$ 33 a	1995 $\pm$ 33 a	2852 $\pm$ 38 a	4069 $\pm$ 34 a	4830 $\pm$ 67a
7	146 $\pm$ 7 a	508 $\pm$ 8 a	1131 $\pm$ 27 a	2099 $\pm$ 56cd	3046 $\pm$ 50c	4317 $\pm$ 25c	5263 $\pm$ 32e
8	146 $\pm$ 5 a	512 $\pm$ 9 a	1144 $\pm$ 31 a	2116 $\pm$ 54 d	3100 $\pm$ 41cd	4378 $\pm$ 49c	5277 $\pm$ 33e
	NS*	NS	NS	(P<0.01)**	(P<0.01)	(P<0.01)	(P<0.01)

*NS= No existe diferencias significativa (P>0.05)

/ Existe diferencias significativa (P<0.01**)

Cuadro 13. Evolución de la conversión de alimento (g/g). Experimento 1

	7	14	21	28	35	42	46
	Días de edad						
	Media $\pm$ Desviación estándar						
1	1.23 $\pm$.06 a	1.35 $\pm$.02a	1.42 $\pm$.02 a	1.50 $\pm$.05 a	1.58 $\pm$.04abc	1.63 $\pm$.03 a	1.67 $\pm$.02 a
2	1.28 $\pm$.05ab	1.44 $\pm$.04bc	1.48 $\pm$.03bc	1.56 $\pm$.02abc	1.61 $\pm$.04bcd	1.65 $\pm$.03 a	1.73 $\pm$.01bcd
3	1.24 $\pm$.05ab	1.39 $\pm$.03ab	1.44 $\pm$.02ab	1.54 $\pm$.03 a	1.54 $\pm$.01 a	1.64 $\pm$.03 a	1.69 $\pm$.02ab
4	1.23 $\pm$.03 a	1.39 $\pm$.04ab	1.45 $\pm$.02ab	1.55 $\pm$.03ab	1.57 $\pm$.02ab	1.63 $\pm$.02 a	1.70 $\pm$.01abc
5	1.29 $\pm$.04b	1.46 $\pm$.03c	1.53 $\pm$.02cd	1.64 $\pm$.02d	1.62 $\pm$.03bcd	1.68 $\pm$.03 a	1.78 $\pm$.02d
6	1.29 $\pm$.12b	1.48 $\pm$.02c	1.54 $\pm$.04 d	1.60 $\pm$.05bcd	1.59 $\pm$.02abc	1.67 $\pm$.02 a	1.72 $\pm$.03abc
7	1.25 $\pm$.06ab	1.47 $\pm$.01c	1.54 $\pm$.02d	1.61 $\pm$.03cd	1.63 $\pm$.03cd	1.67 $\pm$.03 a	1.74 $\pm$.02bcd
8	1.25 $\pm$.05ab	1.48 $\pm$.03c	1.54 $\pm$.03d	1.62 $\pm$.01d	1.65 $\pm$.03d	1.68 $\pm$.04 a	1.75 $\pm$.02cd
	(P<0.01)*	(P<0.01)	(P<0.01)	(P<0.01)	(P<0.01)	NS	(P<0.01)

*/ Existe diferencias significativa (P<0.01)

Cuadro 14. Evolución de la Mortalidad general (%). Experimento 1

	7	14	21	28	35	42	46
	Días de edad						
	Media $\pm$ Desviación estándar						
1	1.7 $\pm$ 2.4 a	2.6 $\pm$ 3.4 a	2.9 $\pm$ 3.6 a	3.1 $\pm$ 4.1 a	3.1 $\pm$ 4.1 a	4.0 $\pm$ 4.2 a	4.0 $\pm$ 4.2 a
2	0.6 $\pm$ 1.0a	1.7 $\pm$ 1.8 a	2.3 $\pm$ 1.8 a	2.3 $\pm$ 1.8 a	2.9 $\pm$ 2.0 a	2.9 $\pm$ 2.0 a	2.9 $\pm$ 2.0 a
3	0.9 $\pm$ 1.1 a	0.9 $\pm$ 1.1 a	1.4 $\pm$ 1.9 a	2.0 $\pm$ 1.6 a	2.3 $\pm$ 1.4 a	2.3 $\pm$ 1.4 a	2.3 $\pm$ 1.4 a
4	0.6 $\pm$ 1.0a	1.1 $\pm$ 1.6 a	2.3 $\pm$ 1.4 a	2.3 $\pm$ 1.4 a	2.3 $\pm$ 1.4 a	2.9 $\pm$ 2.0 a	3.1 $\pm$ 2.3 a
5	1.7 $\pm$ 2.1 a	3.4 $\pm$ 2.2 a	4.3 $\pm$ 2.1 a	5.7 $\pm$ 3.1 a	5.7 $\pm$ 3.1 a	6.3 $\pm$ 3.4 a	6.6 $\pm$ 3.0 a
6	0.6 $\pm$ 1.0a	1.7 $\pm$ 1.4 a	4.6 $\pm$ 4.1 a	5.7 $\pm$ 4.7 a	6.0 $\pm$ 4.9 a	6.3 $\pm$ 4.8 a	6.3 $\pm$ 4.8 a
7	1.4 $\pm$ 1.5 a	2.3 $\pm$ 2.1 a	3.1 $\pm$ 2.3 a	3.1 $\pm$ 2.3 a	4.3 $\pm$ 2.9 a	4.6 $\pm$ 2.8 a	4.6 $\pm$ 2.8 a
8	2.0 $\pm$ 3.1 a	4.0 $\pm$ 4.5 a	4.0 $\pm$ 4.5 a	5.7 $\pm$ 5.6 a	5.7 $\pm$ 5.6 a	6.3 $\pm$ 5.5 a	6.9 $\pm$ 5.0 a
	NS*	NS	NS	NS	NS	NS	NS

*NS= No Existe diferencias significativa (P>0.05)

Cuadro 15. Valores obtenidos en longitud de tibia (mm), cenizas (%), resistencia ósea, de intestino y piel (Kg/fuerza) en pollos de engorda a los 46 días de edad. Experimento 1

TX	Longitud de tibia (mm)	Cenizas	Resistencia de tibia	Resistencia de intestino	Resistencia de piel
	Mm	%	Kg/fuerza		
1	11.5 ± 0.24 a	41.29 ±1.3 a	32.5 ± 5.43 a	0.486 ± 0.18 a	0.307 ± 0.18 a
2	11.3 ± 0.43 a	41.29 ±1.3 a	34.5 ± 5.10 a	0.447 ± 0.18 a	0.423 ± 0.22 a
3	11.1 ± 0.16 a	40.80 ±1.5 a	28.2 ± 6.65 a	0.433 ± 0.18 a	0.374 ± 0.14 a
4	11.0 ± 0.76 a	42.03 ±2.8 a	29.5 ± 5.99 a	0.371 ± 0.13 a	0.279 ± 0.12 a
5	11.2 ± 0.35 a	40.11 ±2.4 a	30.7 ± 4,54 a	0.453 ± 0.13 a	0.363 ± 0.13 a
6	11.3 ± 0.31 a	40.52 ±1.3 a	29.2 ± 9.16 a	0.459 ± 0.07 a	0.379 ± 0.19 a
7	11.4 ± 0.50 a	40.91 ±1.5 a	31.1 ± 5.88 a	0.586 ± 0.16 a	0.283 ± 0.12 a
8	11.2 ± 0.44 a	41.23 ±4.6 a	31.9 ± 6.46 a	0.486 ± 0.14 a	0.489 ± 0.18 a
	NS	NS	NS	NS	NS

*/NS= No Existe diferencias significativa (P>0.05)

Cuadro 16. Valores obtenidos de la pigmentación en pollos de engorda a los 46 días de edad. Experimento 1

Tx	Luminosidad	Rojos	Amarillos
1	71.2 ± 1.32 a	0.9 ± 0.56 a	44.8 ± 3.80 a
2	70.6 ± 1.52 a	0.6 ± 1.56 a	46.4 ± 2.97 a
3	71.0 ± 1.80 a	0.4 ± 1.57 a	45.9 ± 2.92 a
4	71.1 ± 1.32 a	0.6 ± 0.55 a	45.2 ± 3.90 a
5	71.5 ± 0.97 a	0.5 ± 1.01 a	45.9 ± 2.52 a
6	70.8 ± 1.77 a	0.9 ± 2.29 a	45.9 ± 2.32 a
7	70.0 ± 1.88 a	0.4 ± 1.78 a	45.6 ± 3.23 a
8	69.3 ± 3.48 a	0.5 ± 1.00 a	45.9 ± 3.59 a
	NS*	NS	NS

*/NS= No Existe diferencias significativa (P>0.05)

Cuadro 17. Costos en pesos mexicanos (MN), por kilogramos de carne producida por concepto de ave y alimento en el pollo de engorda a los 46 días de edad. Experimento 1

Tratamientos	Promedio del costo del alimento por kg*	Ave	Alimento	A + A
Moneda Nacional				
1	4.435	1.751 ±0.07 a	7.384 ±0.09c	9.135 ±0.09 b
2	4.260	1.826 ±0.05 b	7.348 ±0.08c	9.174 ±0.13 b
3	4.336	1.814 ±0.02 ab	7.343 ±0.11c	9.157 ±0.12 b
4	4.306	1.842 ±0.04 b	7.336 ±0.07c	9.178 ±0.08 b
5	4.115	1.999 ±0.04c	7.314 ±0.09c	9.313 ±0.08 c
6	4.190	1.986 ±0.09 c	7.192 ±0.14ab	9.178 ±0.12 b
7	4.106	1.814 ±0.05 ab	7.146 ±0.12a	8.959 ±0.14 a
8	4.155	1.871 ±0.11b	7.285 ±0.08 bc	9.156 ±0.18 b
Probabilidad		(P<0.01)	(P<0.01)	(P<0.01)

*/ Considerando el precio y consumo del alimento por etapa.

*a,b,c = Existe diferencia significativa a la probabilidad señalada

Cuadro 18. Evolución del peso corporal (g). Experimento 2

	7	14	21	28	35	42	49
	Días de edad						
	Media $\pm$ Desviación estándar						
1	139 $\pm$ 7 a	321 $\pm$ 17 a	770 $\pm$ 25 a	1212 $\pm$ 28 a	1816 $\pm$ 34 a	2258 $\pm$ 45 a	2640 $\pm$ 34 a
2	138 $\pm$ 11 a	331 $\pm$ 21 a	764 $\pm$ 28 a	1224 $\pm$ 22 a	1811 $\pm$ 39 a	2286 $\pm$ 40 a	2619 $\pm$ 37 a
3	145 $\pm$ 5 a	347 $\pm$ 6 a	779 $\pm$ 29 a	1227 $\pm$ 19 a	1809 $\pm$ 30 a	2264 $\pm$ 42 a	2620 $\pm$ 45 a
4	139 $\pm$ 13 a	327 $\pm$ 22 a	762 $\pm$ 34 a	1192 $\pm$ 14 a	1774 $\pm$ 31 a	2298 $\pm$ 41 a	2602 $\pm$ 47 a
5	141 $\pm$ 4 a	334 $\pm$ 9 a	779 $\pm$ 20 a	1240 $\pm$ 25 a	1834 $\pm$ 18 a	2264 $\pm$ 32 a	2631 $\pm$ 40 a
6	138 $\pm$ 9 a	324 $\pm$ 18 a	768 $\pm$ 24 a	1213 $\pm$ 34 a	1813 $\pm$ 23 a	2284 $\pm$ 37 a	2616 $\pm$ 36 a
7	137 $\pm$ 12 a	321 $\pm$ 18 a	751 $\pm$ 29 a	1191 $\pm$ 29 a	1792 $\pm$ 42 a	2246 $\pm$ 47 a	2606 $\pm$ 42 a
	NS*	NS	NS	NS	NS	NS	NS

*/NS= No Existe diferencias significativa (P>0.05)

Cuadro 19. Evolución del consumo de alimento (g). Experimento 2

	7	14	21	28	35	42	49
	Días de edad						
	Media $\pm$ Desviación estándar						
1	143 $\pm$ 5 a	407 $\pm$ 18 a	1.075 $\pm$ 30 a	1.787 $\pm$ 38a	2.906 $\pm$ 39a	4.129 $\pm$ 38ab	5.217 $\pm$ 59ab
2	143 $\pm$ 10a	411 $\pm$ 15 a	1.081 $\pm$ 27 a	1.821 $\pm$ 41a	2.922 $\pm$ 46ab	4.111 $\pm$ 68 a	5.175 $\pm$ 35 a
3	152 $\pm$ 6 a	436 $\pm$ 11 a	1.085 $\pm$ 43 a	1.847 $\pm$ 57a	2.970 $\pm$ 44ab	4.207 $\pm$ 69bc	5.337 $\pm$ 78c
4	146 $\pm$ 15a	414 $\pm$ 31 a	1.073 $\pm$ 33 a	1.795 $\pm$ 32a	2.914 $\pm$ 37ab	4.153 $\pm$ 54abc	5.298 $\pm$ 45bc
5	150 $\pm$ 10a	425 $\pm$ 16 a	1.107 $\pm$ 18 a	1.858 $\pm$ 34a	3.005 $\pm$ 52c	4.232 $\pm$ 62c	5.359 $\pm$ 48c
6	146 $\pm$ 4 a	416 $\pm$ 12 a	1.091 $\pm$ 32 a	1.844 $\pm$ 47a	2.992 $\pm$ 36b	4.195 $\pm$ 36bc	5.325 $\pm$ 22c
7	146 $\pm$ 9 a	414 $\pm$ 23 a	1.070 $\pm$ 39 a	1.817 $\pm$ 48a	2.944 $\pm$ 39ab	4.155 $\pm$ 45abc	5.339 $\pm$ 67c
	NS*	NS	NS	NS	(P<0.01)**	(P<0.01)	(P<0.01)

*/NS= No existe diferencias significativa (P>0.05)

/ Existe diferencias significativa (P<0.01**)

Cuadro 20. Evolución de la conversión de alimento (g/g). Experimento 2

	7	14	21	28	35	42	49
	Días de edad						
	Media ± Desviación estándar						
1	1.370 ± 0.04 a	1.426 ± 0.03 a	1.464 ± 0.02 a	1.518 ± 0.02 a	1.632 ± 0.02 a	1.858 ± 0.03ab	2.003 ± 0.02 a
2	1.401 ± 0.09 a	1.395 ± 0.07 a	1.483 ± 0.02 a	1.532 ± 0.05 a	1.646 ± 0.02 a	1.826 ± 0.03 a	2.003 ± 0.03a
3	1.379 ± 0.06 a	1.398 ± 0.03 a	1.459 ± 0.03 a	1.549 ± 0.04 a	1.675 ± 0.04 a	1.887 ± 0.03 b	2.065 ± 0.02b
4	1.409 ± 0.06 a	1.418 ± 0.03 a	1.476 ± 0.05 a	1.551 ± 0.03 a	1.676 ± 0.04 a	1.836 ± 0.05 a	2.064 ± 0.04b
5	1.416 ± 0.11 a	1.424 ± 0.06 a	1.489 ± 0.02 a	1.542 ± 0.02 a	1.670 ± 0.03 a	1.899 ± 0.03 b	2.064 ± 0.05b
6	1.433 ± 0.10 a	1.445 ± 0.06 a	1.489 ± 0.02 a	1.566 ± 0.05 a	1.682 ± 0.01 a	1.865 ± 0.03ab	2.063 ± 0.03b
7	1.436 ± 0.09 a	1.447 ± 0.03 a	1.495 ± 0.02 a	1.572 ± 0.03 a	1.676 ± 0.04 a	1.880 ± 0.05 b	2.077 ± 0.03b
	NS*	NS	NS	NS	NS	(P<0.01)	(P<0.01)

*NS= No existe diferencias significativa (>0.05)

Cuadro 21. Evolución de la Mortalidad general (%). Experimento 2

	7	14	21	28	35	42	49
	Días de edad						
	Media $\pm$ Desviación estándar						
1	2.3 $\pm$ 1 a	3.0 $\pm$ 1 a	5.0 $\pm$ 3 a	5.7 $\pm$ 3 a	6.3 $\pm$ 3 a	9.0 $\pm$ 3 a	9.0 $\pm$ 3 a
2	1.3 $\pm$ 2 a	1.3 $\pm$ 2 a	1.7 $\pm$ 2 a	2.0 $\pm$ 2 a	2.7 $\pm$ 2 a	3.7 $\pm$ 2 a	6.0 $\pm$ 3 a
3	2.0 $\pm$ 2 a	2.9 $\pm$ 3 a	3.1 $\pm$ 3 a	4.6 $\pm$ 3 a	5.4 $\pm$ 4 a	6.6 $\pm$ 4 a	7.1 $\pm$ 5 a
4	2.3 $\pm$ 1 a	2.7 $\pm$ 1 a	4.0 $\pm$ 2 a	4.3 $\pm$ 2 a	5.3 $\pm$ 1 a	6.3 $\pm$ 2 a	9.3 $\pm$ 2 a
5	2.0 $\pm$ 2 a	2.7 $\pm$ 2 a	4.0 $\pm$ 2 a	4.7 $\pm$ 3 a	5.3 $\pm$ 2 a	6.7 $\pm$ 4 a	7.0 $\pm$ 5 a
6	3.0 $\pm$ 1 a	4.0 $\pm$ 2 a	5.0 $\pm$ 2 a	5.7 $\pm$ 2 a	6.3 $\pm$ 2 a	7.7 $\pm$ 2 a	8.3 $\pm$ 2 a
7	2.3 $\pm$ 1 a	2.6 $\pm$ 1 a	2.9 $\pm$ 1 a	3.4 $\pm$ 2 a	4.6 $\pm$ 2 a	6.0 $\pm$ 3 a	7.1 $\pm$ 4 a
	NS*	NS	NS	NS	NS	NS	NS

*NS= No existe diferencias significativa (>0.05)

Cuadro 22. Resistencia de tibia (Kg/fuerza) en el pollo de engorda a los 49 días de edad. Experimento 2

	Media $\pm$ Desviación estándar
1	39236 $\pm$ 5745 c
2	40031 $\pm$ 6688 c
3	40986 $\pm$ 5729 bc
4	46513 $\pm$ 4091 a
5	44060 $\pm$ 7693 ab
6	42357 $\pm$ 5676 bc
7	40192 $\pm$ 7564 c
	*(p<0.01)

*/Existe diferencia significativa (p<0.01)

Cuadro 23. Costos en pesos mexicanos (MN) por kilogramos de carne producida por concepto de ave y alimento en el pollo de engorda a los 49 días de edad. Experimento 2

Tratamientos	Promedio del costo del alimento por kg	Ave	Alimento	A + A
Moneda Nacional				
1	4.599	2.209 ±0.07 a	9.212 ±0.10c	11.42 ±0.11 c
2	4.409	2.155 ±0.07 a	8.830 ±0.15 a	10.99 ±0.16 a
3	4.382	2.183 ±0.10 a	9.048 ±0.11bc	11.23 ±0.16 bc
4	4.388	2.248 ±0.07a	9.059 ±0.18bc	11.31 ±0.23 bc
5	4.358	2.172 ±0.13 a	8.997 ±0.20ab	11.17 ±0.26 ab
6	4.333	2.211 ±0.06 a	8.940 ±0.13ab	11.15 ±0.16 ab
7	4.335	2.194 ±0.11a	9.003 ±0.13 b	11.20 ±0.22 ab
Probabilidad		NS	(P<0.01)	(P<0.01)

*/ Considerando el precio y consumo del alimento por etapa.
a,b,c = Existe diferencia significativa a la probabilidad señalada

ANEXOS.....

Cliente: DSM NUTRITIONAL PRODUCTS
Atención: Silvestre Charraga
Fecha de Entrega: 14-2-09

Solicitud: 5419
No. Muestra: C288

CERTIFICADO DE ANALISIS

Muestra: Gluten Nuevo

ANALISIS	RESULTADO
% Materia seca(M.S)	90.84
% Proteina	63.19
% Humedad	9.16
% Cenizas	3.11
% Grasa	1.73
% Fibra	0.43
% E.L.N.	22.38
% TND	74.41

Energia Digestible (Mcal/Kg)	3.28
Energia Metabolizable (Mcal/Kg)	3.02
Energia Aves (Mcal/kg)	3.02
Energia metab. Rumiantes(Mcal/Kg)	2.69
Energia Mantenimiento (Mcal/Kg)	1.87
Energia de Ganancia (Mcal/kg)	1.15
Energia de Lactacion (Mcal/Kg)	1.70

ATENTAMENTE
Q.F.B ROMAN SIORDIA SANTOS
CONTROL DE CALIDAD

Cliete: DSM NUTRITIONAL PRODUCTS

Atención: Silvestre Charraga

Fecha de Entrega: 14-2-09

Solicitud: 5419

No. Muestra: C285

CERTIFICADO DE ANALISIS

Muestra: Maiz Blanco

ANALISIS	RESULTADO
% Materia seca(M.S)	86.54
% Proteina	8.82
% Humedad	13.46
% Cenizas	1.27
% Grasa	3.92
% Fibra	1.85
% E.L.N.	70.68
% TND	79.53

Energia Digestible (Mcal/Kg)	3.51
Energia Metabolizable (Mcal/Kg)	3.35
Energia Aves (Mcal/kg)	3.23
Energia metab. Rumiantes(Mcal/Kg)	2.88
Energia Mantenimiento (Mcal/Kg)	2.02
Energia de Ganancia (Mcal/kg)	1.30
Energia de Lactacion (Mcal/Kg)	1.83

ATENTAMENTE
Q.F.B ROMAN SIORDIA SANTOS
CONTROL DE CALIDAD

Cliente: DSM NUTRITIONAL PRODUCTS
Atención: Silvestre Charraga
Fecha de Entrega: 14-2-09

Solicitud: 5419
No. Muestra: C284

CERTIFICADO DE ANALISIS

Muestra: Grano de Destileria

ANALISIS	RESULTADO
% Materia seca(M.S)	91.58
% Proteina	28.07
% Humedad	8.42
% Cenizas	4.73
% Grasa	11.28
% Fibra	7.41
% E.L.N.	40.09
% TND	85.08

Energia Digestible (Mcal/Kg)	3.75
Energia Metabolizable (Mcal/Kg)	3.54
Energia Aves (Mcal/kg)	3.45
Energia metab. Rumiantes(Mcal/Kg)	3.08
Energia Mantenimiento (Mcal/Kg)	2.18
Energia de Ganancia (Mcal/kg)	1.46
Energia de Lactacion (Mcal/Kg)	1.96

ATENTAMENTE
Q.F.B ROMAN SIORDIA SANTOS
CONTROL DE CALIDAD

Atencion: Ezequiel Rosales
Cliente: DSM NUTRITIONAL PRODUCTS
Fecha de Entrega: 26-9-08

Solicitud: 5170
No. Muestra: C2269

CERTIFICADO DE ANALISIS

Muestra: Pasta de Soya

ANALISIS

RESULTADO

% Proteina
Actividad Ureasica

46,75
0,23

ATENTAMENTE
Q.F.B ROMAN SIORDIA SANTOS
CONTROL DE CALIDAD

Atencion: Ezequiel Rosales
Cliente: DSM NUTRITIONAL PRODUCTS
Fecha de Entrega: 26-9-08

Solicitud: 5170
No. Muestra: C2271

CERTIFICADO DE ANALISIS

Muestra: Sorgo

ANALISIS

RESULTADO

% Proteina
% Grasa

7,75
2,63

ATENTAMENTE
Q.F.B ROMAN SIORDIA SANTOS
CONTROL DE CALIDAD

Atencion: Ezequiel Rosales
Cliente: DSM NUTRITIONAL PRODUCTS
Fecha de Entrega: 26-9-08

Solicitud: 5170
No. Muestra: C2270

CERTIFICADO DE ANALISIS

Muestra: Gluten de Maiz

ANALISIS	RESULTADO
% Proteina	61,24
% Grasa	1,64

ATENTAMENTE
Q.F.B ROMAN SIORDIA SANTOS
CONTROL DE CALIDAD

ANALYTICAL Report

Degussa AG • Feed Additives • Animal Nutrition Services • D-63403 Hanau

amino acids and more

AM 134/08, DDGs

DSM Nutritional Products MX
El Salto - Jalisco
Mexico

Lab code: 2008/18469

Date of delivery: 07 October, 2008

Standardized digestible amino acid content (Broiler)

Parameter	Content (%)*	Content (% as is)
Methionine	0.44	0.45
Cystine	0.38	0.39
Methionine + Cystine	0.82	0.85
Lysine	0.57	0.59
Threonine	0.73	0.75
Tryptophan	0.17	0.17
Arginine	0.79	0.82
Isoleucine	0.83	0.86
Leucine	2.76	2.86
Valine	1.04	1.08
Histidine	0.56	0.58
Phenylalanine	1.14	1.17

* Figures standardized to a dry matter content of 88%



ANALYTICAL Report

Degussa AG • Feed Additives • Animal Nutrition Services • D-63403 Hanau

amino acids and more.

AM 136/08, Soybean Meal

DSM Nutritional Products MX
El Salto - Jalisco
Mexico

Lab code: 2008/18471

Crude protein (%)*: 46.82

Crude protein (% as is): 47.19

Date of delivery: 07 October, 2008

Dry matter NIR (%): 88.70

-- PREDICTION WITH NIR - SPECTROSCOPY --

Results of amino acid analysis

Parameter **	Content (%)*	AA (%) in CP	AA (%) AS IS
Methionine	0.63	1.35	0.64
Cystine	0.69	1.48	0.70
Methionine + Cystine	1.32	2.82	1.33
Lysine	2.87	6.13	2.90
Threonine	1.83	3.91	1.84
Tryptophan	0.64	1.36	0.64
Arginine	3.42	7.32	3.45
Isoleucine	2.11	4.51	2.13
Leucine	3.53	7.55	3.56
Valine	2.23	4.76	2.25
Histidine	1.26	2.69	1.27
Phenylalanine	2.36	5.04	2.38

* Figures standardized to a dry matter content of 88%

AA = Amino acid, CP = Crude protein

** Met + Cys estimated with separate calibration equation

Further information about the assay: NIRS calibration equation = soyac7.eqa

degussa.

creating essentials

ANALYTICAL Report

Degussa AG • Feed Additives • Animal Nutrition Services • D-63403 Hanau

amino acids and more.

AM 137/08, Corn Gluten

DSM Nutritional Products MX
El Salto - Jalisco
Mexico

Lab code: 2008/18472

Date of delivery: 07 October, 2008

Standardized digestible amino acid content (Broiler)

Parameter	Content (%)*	Content (% as is)
Methionine	1.35	1.39
Cystine	0.86	0.89
Methionine + Cystine	2.18	2.26
Lysine	0.72	0.74
Threonine	1.59	1.64
Tryptophan	0.22	0.23
Arginine	1.63	1.69
Isoleucine	2.03	2.10
Leucine	8.79	9.11
Valine	2.33	2.41
Histidine	1.07	1.11
Phenylalanine	3.25	3.36

* Figures standardized to a dry matter content of 88%

Fontaine
Dr. Fontaine



degussa.

creating essentials

ANALYTICAL Report

Degussa AG • Feed Additives • Animal Nutrition Services • D-63403 Hanau

amino acids and more.

AM 135/08, Sorghum

DSM Nutritional Products MX
El Salto - Jalisco
Mexico

Lab code: 2008/18470

Date of delivery: 07 October, 2008

Standardized digestible amino acid content (Broiler)

Parameter	Content (%)*	Content (% as is)
Methionine	0.14	0.14
Cystine	0.13	0.13
Methionine + Cystine	0.27	0.27
Lysine	0.18	0.18
Threonine	0.23	0.23
Tryptophan	0.08	0.08
Arginine	0.31	0.30
Isoleucine	0.28	0.28
Leucine	0.90	0.89
Valine	0.35	0.34
Histidine	0.17	0.16
Phenylalanine	0.37	0.37

* Figures standardized to a dry matter content of 88%

