

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS

**EVALUACIÓN DE CINCO NIVELES DE GRANOS SECOS DE
DESTILERÍA CON SOLUBLES (DDGS) EN LA
ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN FASE DE CRECIMIENTO Y
ENGORDE**

LYSETTE MICHELLE MORÁN VARGAS

CED. 8-781-664

**DAVID, CHIRIQUÍ,
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

2009

**EVALUACIÓN DE CINCO NIVELES DE GRANOS SECOS DE
DESTILERIA CON SOLUBLES (DDGS) EN LA ALIMENTACIÓN
DE CERDOS EN FASE DE CRECIMIENTO Y ENGORDE.**

**TRABAJO DE GRADUACION SOMETIDO PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA.**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O
PARCIAL DEBE SER SOMETIDA POR LA FACULTAD DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS**

APROBADO:

ING. ALEX SAMUDIO _____ **DIRECTOR**

ING. ADRIANO SAUCEDO _____ **COMITÉ**

ING. PEDRO GUERRA _____ **COMITÉ**

CHIRIQUÍ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2009

AGRADECIMIENTO

Ante todo quiero darle gracias a Dios por acompañarme siempre sobretodo en momentos de dificultad, por permitirme culminar satisfactoriamente mis estudios y por cuidar a mi familia en mi ausencia.

Son muchas las personas especiales a las que me gustaría agradecer su amistad, apoyo, ánimo y compañía en toda mi carrera universitaria. Algunas están aquí conmigo, otras en mis recuerdos y en mi corazón. Sin importar en donde estén, quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Quiero agradecerle a mi mamá por todo su esfuerzo, su apoyo y toda la confianza que depositó en mí y me atrevo a decir que es la mejor mamá del mundo.

Este es un logro que quiero compartir con mi papá, gracias por creer en mí y quiero que sepa que ocupa un lugar especial en mi vida.

A mi Hermano adorado, quiero agradecerle por su paciencia y su apoyo todos estos años eres lo máximo, te quiero mucho.

Quiero darles un agradecimiento especial a mis hermanitas: Ilem Segismund, Jary Quintero e Itzis Núñez por estar conmigo siempre en todo momento, sin importar nada, ustedes siempre están ahí para apoyarme.

A mis mejores amigas: Evilca Camargo, Yarel Cedeño y Evelyn Delgado por tener confianza en mi capacidad y por su ayuda incondicional, no se que habría hecho sin ustedes, se los agradezco enormemente.

A mis inseparables amigos José A. Lorenzo y Abdul Castellero agradezco su apoyo, su confianza y sus consejos, son los mejores amigos que he tenido.

A mis amigos: Heriberto Navarro y su familia, Maryory Coronado, Suzette Lobo, Kristel Flores, Ing. Audino Melgar, Guillermo Kaa y José Kaa, mil gracias por ayudarme en todo momento sin esperar nada a cambio.

Quiero Agradecerle a todos los profesores de la Escuela de Ciencias Pecuarias principalmente a mi director de tesis Ing. Alex Samudio y a al Ing. Pedro Guerra por toda la ayuda brindada, en especial a mi profesor y amigo el Ing. Adriano Saucedo por todas sus enseñanzas y su apoyo brindado todo este tiempo.

Por ultimo, pero no menos importante a las personas que me apoyaron durante la duración del proyecto en la sección porcina, el Ing. Concepción Trujillo, a los señores Gilberto, Javier y Armando, les agradezco inmensamente su ayuda.

Gracias,
Lysette M. Morán V.

DEDICATORIA

Dedico orgullosamente este trabajo a mis padres, Luz G. Vargas y Mario B. Morán S., y a mi hermano Mario B. Morán V., quienes siempre me han apoyado en todas mis decisiones y sin importar lo que pase siempre se han sentido orgullosos de mí.

Quiero hacer una dedicatoria especial a mi abuelita Rosa Quintero Q.E.P.D., a mis abuelitos Lucila de Morán y Pablo Morán, que siempre esperaron con mucha emoción y orgullo la culminación de mi carrera, los quiero mucho.

Lysette M. Morán V.

EVALUACIÓN DE CINCO NIVELES DE GRANOS SECOS DE DESTILERÍA CON SOLUBLES (DDGS) EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN FASE DE CRECIMIENTO Y ENGORDE.

Moran V., L. M. 2009. Evaluación de cinco niveles de granos secos de destilería con solubles (DDGS) en la alimentación de cerdos en fase de crecimiento y engorde. Facultad de Ciencias agropecuarias, Universidad de Panamá. Chiriquí, Panamá. 80 p.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de cinco niveles crecientes de granos secos de destilería con solubles (DDGS) sobre el comportamiento productivo de cerdos en la fase de crecimiento y engorde, se realizó un ensayo en la Unidad Porcina de la Facultad de Ciencias Agropecuarias en Chiriquí. El estudio tuvo una duración de 60 días, en el cual se utilizaron 25 cerdos entre hembras y machos castrados de las razas Yorkshire, Landrace, Duroc y Pietran cruzados con una edad promedio de 119 días y un peso promedio de 43.44 kg. Los cerdos fueron distribuidos aleatoriamente en cinco tratamientos con niveles crecientes de DDGS: T₁ (0%), T₂ (5%), T₃ (10%), T₄ (15%) y T₅ (20%). Se determinó el peso vivo por tratamiento (kg), consumo de concentrado (kg) y la conversión alimenticia por tratamiento. Los datos fueron analizados mediante un Diseño de Parcelas Divididas, donde las parcelas grandes fueron los tratamientos y las subparcelas fueron representadas por las etapas (crecimiento y ceba). Las mayores ganancias de peso diaria en la etapa de crecimiento se observaron para los tratamientos T₂, T₃ y T₄, con valores de 0.90, 0.88, 0.88 Kg, respectivamente (P<0.05). Similar comportamiento se observó en la etapa de engorde, donde los tratamientos T₂, T₃ y T₄ mostraron mayores ganancias de peso diaria, con valores de 1.07, 0.96, 1.05 kg, respectivamente (P<0.05). El consumo de alimento no resultó diferente entre tratamientos (P>0.05). Las mejores conversiones alimenticias durante la etapa de crecimiento fueron obtenidas para T₄ y T₅, con 2.78 y 2.78, respectivamente (P<0.05). En la etapa de engorde, los mejores resultados en cuanto a conversión alimenticia se registraron para T₂ con 2.78 y T₄ con 2.84. Los resultados obtenidos indican que al alimentar los cerdos con 5, 10 y 15% de inclusión de DDGS se obtienen mejores ganancias de peso diario y conversión alimenticia que cuando el nivel de inclusión de DDGS en la ración es de 0 ó 20%. A medida que se aumentaron los niveles de DDGS en la ración los costos disminuyeron, pero debido a que al utilizar un 20% de DDGS no se observó una buena ganancia de peso, según este estudio, no es recomendable utilizar niveles mayores de 15% de DDGS en la ración ya que disminuye la productividad de los cerdos y hasta este punto el proyecto porcino se mantiene estable con una ganancia de B/.2.82 por cerdo.

PALABRAS CLAVES: DDGS, crecimiento, engorde, conversión alimenticia, ganancia de peso diaria.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	v
RESUMEN	vi
INDICE DE CONTENIDO	vii
INDICE DE CUADROS	xi
INDICE DE FIGURAS	xiv
INDICE DE ANEXOS	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
Planteamiento del Problema	3
Antecedentes	3
Justificación	5
Objetivos	6
1.4.1. Objetivo General	6
1.4.2. Objetivos Específicos	6
1.5. Hipótesis	7
1.5.1. Hipótesis Nula	7
1.5.2. Hipótesis Alternativa	7
II. REVISION DE LITERATURA	8
2.1 Características de los cerdos en etapa de crecimiento y engorde	8
2.2 Requerimientos nutricionales de los cerdos en crecimiento y engorde	9

2.2.1. Proteínas	10
2.2.2. Minerales	12
2.2.3. Vitaminas	15
2.2.4. Energía	16
2.2.5. Agua	18
2.2.6. Ácidos grasos esenciales	20
2.2.7. Aminoácidos	21
2.2.8. Antibióticos	23
2.3. Fuentes alimenticias como aporte de proteínas	24
2.3.1. Harina de Soya	24
2.3.1.1. Granos de Soya enteros, cocidos	25
2.3.1.2. Granos de Soya enteros, crudos	25
2.4. Fuentes alimenticias como aporte de energía	26
2.4.1. Maíz	26
2.4.2. Sorgo	27
2.5. Granos secos de Destilería con solubles en la alimentación de los cerdos	27
2.5.1. Definición y características	27
2.5.2. Proceso de producción de etanol para obtención de Granos Secos de destilería con solubles	29
2.5.2.1. Selección, limpieza y molienda del grano	32
2.5.2.2. Sacarificación	32
2.5.2.3. Fermentación de la glucosa para producción de etanol	33
2.5.2.4. Destilación de etanol	33

2.5.2.5. Recogida de los residuos y secado	34
2.5.3 .Almacenaje y manejo	35
2.5.4 .Presencia de micotoxinas	35
2.5.5. Valor nutricional	37
III. MATERIALES Y METODOS	41
3.1. Localización Geográfica	41
3.2. Descripción de las instalaciones	41
3.3. Tratamientos o raciones experimentales	42
3.4. Unidades experimentales	44
3.5. Variables de respuesta	44
3.6. Duración del experimento	45
3.7. Diseño experimental	45
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
4.1. Consumo de alimento	47
4.2. Ganancia de peso diaria	49
4.2.1. Ganancia de peso diaria de los cerdos en etapa de crecimiento	49
4.2.2. Ganancia de peso diaria de los cerdos en etapa de engorde	54
4.2.3. Ganancia de peso final de las etapas de crecimiento y engorde	58
4.3. Conversión alimenticia	60
4.3.1. Conversión alimenticia de los cerdos en etapa de crecimiento	60
4.3.2. Conversión alimenticia de los cerdos en etapa de engorde	64
4.4. Análisis económico	68
4.4.1. Costos en la etapa de crecimiento	69

4.4.2. Costos en la etapa de engorde	71
4.4.3. Análisis económico parcial de las etapas de crecimiento y engorde	74
V. CONCLUSIONES	76
VI. RECOMENDACIONES	77
VII. REFERENCIAS CITADAS	78
ANEXOS	84

ÍNDICE DE CUADROS

No.	Titulo	Pág.
I	CONCENTRACION DE NUTRIMENTOS EN DIETAS PARA CERDOS EN DESARROLLO Y ENGORDE PARA CENTROAMERICA	10
II	PORCENTAJE DE PROTEINA RECOMENDADO DENTRO DE UNA RACION SEGÚN EL PESO DEL CERDO	11
III	NECESIDADES DE AMINOACIDOS ESENCIALES	22
IV	COMPOSICION DE NUTRIENTES DEL DDGS DE LAS NUEVAS PLANTAS DE ETANOL EN IOWA COMPARADAS CON EL MAIZ.	37
V	BENEFICIO Y LIMITACIONES DE UTILIZAR EL DDGS EN LAS DIETAS PORCINAS	40
VI	RACIONES ESTABLECIDAS PARA CERDOS EN FASE DE CRECIMIENTO POR TRATAMIENTO	42
VII	REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LAS DIETAS DE LOS CERDOS EN FASE DE CRECIMIENTO PARA TODOS LOS TRATAMIENTOS	43
VIII	RACIONES ESTABLECIDAS PARA LOS CERDOS EN FASE DE ENGORDE POR TRATAMIENTO	43
IX	REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LAS DIETAS DE LOS CERDOS EN FASE DE ENGORDE PARA TODOS LOS TRATAMIENTOS	44
X	CONSUMO DE ALIMENTO DIARIO DE LOS CERDOS EN FASE DE CRECIMIENTO POR TRATAMIENTO	48
XI	CONSUMO DE ALIMENTO DIARIO DE LOS CERDOS EN FASE DE ENGORDE POR TRATAMIENTO	48

No.	Título	Pág.
XII	ANÁLISIS DE VARIANZA UTILIZANDO EL CUADRADO MEDIO TIPO III PARA LOS DATOS DE GANANCIA DE PESO DIARIA DE LOS CERDOS EN ETAPA DE CRECIMIENTO	50
XIII	MEDIAS CUADRADAS AJUSTADAS Y ERROR ESTANDAR UTILIZANDO EL CUADRADO MEDIO DE TIPO III PARA LA VARIABLE GANANCIA DE PESO DIARIA DE ANIMALES DENTRO DE TRATAMIENTO EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO	51
XIV	ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS DATOS DE GANANCIA DE PESO DIARIA PARA LOS CERDOS EN ENGORDE	54
XV	MEDIAS CUADRADAS AJUSTADAS Y DESVIACION ESTANDAR PARA LA GANANCIA DE PESO DIARIA POR TRATAMIENTO EN LA ETAPA DE ENGORDE	55
XVI	ANALISIS DE VARIANZA UTILIZANDO EL CUADRADO MEDIO TIPO III PARA LOS DATOS DE GANANCIA DE PESO DE LOS CERDOS EN ETAPA DE CRECIMIENTO Y ENGORDE	58
XVII	MEDIA CUADRADA CALCULADA Y ERROR ESTANDAR PARA LA GANANCIA DE PESO FINAL EN LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO Y ENGORDE POR TRATAMIENTO	60
XVIII	ANALÍSIS DE VARIANZA UTILIZANDO EL CUADRADO MEDIO TIPO III PARA LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE LOS CERDOS EN ETAPA DE CRECIMIENTO	61
XIX	MEDIAS CUADRADAS AJUSTADAS Y DESVIACIÓN ESTANDAR PARA LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE LOS CERDOS EN FASE DE CRECIMIENTO	62
XX	ANALÍSIS DE VARIANZA UTILIZANDO EL CUADRADO MEDIO TIPO III PARA LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA EN LA ETAPA DE ENGORDE	65
XXI	MEDIAS CUADRADAS AJUSTADAS Y ERROR ESTANDAR PARA LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA ENTRE LOS TRATAMIENTOS EN LA ETAPA DE ENGORDE	66
XXII	COSTO DE LOS INGREDIENTES PARA RACIONES DE LOS CERDOS EN CRECIMIENTO Y CEBA	68

No.	Título	Pág.
XXIII	COSTO DE LOS INGREDIENTES UTILIZADOS EN LAS RACIONES DE CERDOS DE CRECIMIENTO PARA TODOS LOS TRATAMIENTOS	70
XXIV	COSTO TOTAL DE ALIMENTOS CONCENTRADOS POR TRATAMIENTO EN FASE DE CRECIMIENTO	71
XXV	COSTO TOTAL DE ALIMENTOS CONCENTRADOS POR TRATAMIENTO EN LA ETAPA DE ENGORDE	72
XXVI	COSTO DE LOS INGREDIENTES UTILIZADOS EN LAS RACIONES DE CERDOS EN ENGORDE PARA TODOS LOS TRATAMIENTOS	73
XXVII	PARAMETROS UTILIZADOS EN LA PRODUCCION PORCINA	74
XXVIII	BENEFICIO BRUTO Y RENTABILIDAD DEL PROYECTO PORCINO	75

ÍNDICE DE FIGURAS

No.	Titulo	Pág.
I	PROCESOS DE PRODUCCIÓN DEL ETANOL DE MOLIENDA SECA Y SUS SUBPRODUCTOS	31
II	MEDIAS CUADRADAS AJUSTADAS Y ERROR ESTANDAR DE GANANCIA DE PESO POR PERIODO EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO	52
III	MEDIAS CUADRADAS AJUSTADAS Y ERROR ESTANDAR DE GANANCIA DE PESO DIARIA ENTRE TRATAMIENTOS POR PERIODO EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO	53
IV	MEDIAS CUADRADAS AJUSTADAS Y ERROR ESTANDAR PARA LA GANANCIA DE PESO DIARIA POR PERIODO EN PERIODO DE ENGORDE	56
V	MEDIAS CUADRADAS AJUSTADAS Y ERROR ESTANDAR PARA LA GANANCIA DE PESO DIARIA ENTRE LOS PERIODOS POR TRATAMIENTOS EN ETAPA DE ENGORDE	57
VI	MEDIAS CUADRADAS AJUSTADAS Y ERROR ESTANDAR PARA LA CONVERSION ALIMENTICIA ENTRE TRATAMIENTOS POR PERIODOS EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO	63
VII	MEDIAS CALCULADAS AJUSTADAS Y ERROR ESTANDAR PARA DETERMINAR LA CONVERSIÓN ALIMENTICA DE LA INTERACCIÓN TRATAMIENTOS POR PERIODO EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO	64
VIII	MEDIAS CUADRADAS AJUSTADAS Y ERROR ESTANDAR ALIMNETICIA POR PERIODO EN LA ETAPA DE ENGORDE	67
IX	MEDIAS CUADRADAS AJUSTADAS Y ERROR ESTANDAR PARA LA CONVERSIÓN ALIMENTICIAS ENTRE TRATAMIENTOS POR PERIODOS EN LA ETAPA DE ENGORDE	68

INDICE DE ANEXOS

No.	Titulo	Pág.
I	PESAJE DE LOS INGREDIENTES PARA REALIZAR UNA PREMEZCLA	85
II	MEZCLANDO LOS INGREDIENTES PARA LA PREPARACIÓN DE LAS RACIONES	85
III	CERDOS DEL GRUPO T2 (5% DDGS) AL FINALIZAR EL PERIODO EXPERIMENTAL	86
IV	PESAJE DE LOS CERDOS AL CULMINAR ETAPA DE ENGORDE.	86

I. INTRODUCCIÓN

Durante el proceso de alimentación de los cerdos se consideran tres etapas (inicio, desarrollo y engorde) en las cuales es muy importante atender las necesidades nutricionales características de cada una de ellas ya que los perfiles de los nutrientes esenciales deben ser suplidos para que el animal sea capaz de llevar a cabo todas sus necesidades tanto de mantenimiento y de producción que son las mas importantes.

En el mercado existen una gran cantidad de ingredientes para conformar una dieta o ración y hacer que estas sean nutritivas, palatables y económicas. Algunos de los ingredientes utilizados para preparar las raciones son clasificados como suplementos proteicos como lo es la harina de soya, la harina de pescado, harina de carne y otros que son de origen energéticos como el maíz, el sorgo, trigo y melaza. Para complementar la dieta existen otros componentes como lo son los minerales, vitaminas y los aminoácidos. Estos ingredientes incluidos en proporciones adecuadas en la dieta crean un completo balance de los nutrientes para cada etapa de vida del cerdo. Uno de los ingredientes mas utilizados por mucho tiempo en la alimentación porcina es el maíz por su alto contenido energético y su buena palatabilidad dentro de la dieta final conformada y balanceada, no obstante debido a la crisis mundial del

petróleo y sus derivados, el maíz toma a ser parte de este problema siendo este el encargado de suplir de combustible al mundo por medio del etanol extraído de él, de esta forma para los países subdesarrollados el maíz como fuente nutricional de primera y alta calidad se ha encarecido a la misma vez que escaseado pero dando como resultado un subproducto que se obtiene luego de la producción del etanol mediante la fermentación del maíz, los granos secos de destilería con solubles (DDGS). Los DDGS son un nuevo ingrediente alimenticio de oportunidad para los productores pecuarios no solo en nuestro país si no alrededor del mundo, ya que estos son una fuente excelente de energía, de aminoácidos y fósforo. Estos contienen todo el aceite, la proteína y nutrientes del maíz original en aproximadamente un tercio del peso del maíz. Debido a la fermentación, los aminoácidos, la grasa, los minerales y las vitaminas restantes aumentan aproximadamente al triple en la concentración comparada a los niveles encontrados en maíz.

El valor energético de este producto es igual de alto que el que contiene el maíz, ya que posee alta concentración de materia grasa y fibra. La diferencia radica en que bajan los niveles de proteína en relación con lo que se suministra a los animales cuando se agrega el maíz completo.

Generalmente, DDGS tendrá un contenido de humedad de aproximadamente el 12% o menos. Por esto, cuando se almacena adecuadamente se mantendrá la calidad de DDGS, al igual que cualquier otra proteína o ingredientes de granos utilizados en la formulación de las dietas. Los niveles altos de humedad y

temperatura junto con los periodos prolongados de almacenamiento, puede provocar deterioro del producto.

Las recomendaciones mas recientes para rangos máximos de inclusión de DDGS en dietas para cerdos son muy variables y dependerán de la etapa de vida en que se encuentren los animales.

1.1. Planteamiento del problema

Debido al alza del combustible, se ha propuesto la producción del etanol a partir del maíz, teniendo como consecuencia un alza desmedida de este producto. Esto a obligado a los productores a buscar otras alternativas para la alimentación de los cerdos que sean mas económicos y que contengan igual requerimientos nutricionales que el maíz. Los DDGS, son un subproducto creado por las industrias del etanol que poseen un precio competitivo en el mercado que sirven como sustitutos dentro de las raciones porcinas, los cuales se obtienen luego de la producción de etanol mediante la fermentación del maíz, comprendiendo 3 veces mas los nutrientes contenidos en el grano, haciendo que este producto sea bastante aceptable en cuanto a composición nutricional y con buena palatabilidad para los cerdos.

1.2. Antecedentes

Históricamente, se han usado cantidades limitadas (menos del 3% de la producción total) de Subproductos de destilería en las dietas porcinas, hasta

más o menos el año 2000. Durante los últimos 60 años, se han llevado investigaciones para evaluar los tres tipos de subproductos de destilería en dietas para cerdos: solubles secos de destilería (DDS), granos secos de destilería (DDG) y granos secos de destilería con solubles (DDGS). En las décadas de 1940 y 1950, la mayor parte de la investigación sobre la alimentación de subproductos de destilería en cerdos se enfocó a la evaluación de DDS. Se llevaron a cabo estudios de desempeño para medir la tasa de crecimiento y la conversión alimenticia de cerdos cuando se añadía DDS al iniciador y a las dietas de crecimiento y finalización. Se llevaron también a cabo varios estudios para determinar si los DDS podían sustituir a la proteína común y los suplementos de vitaminas en las dietas a base de maíz, durante varias fases de producción.

Al inicio de la década de 1950, los investigadores continuaron evaluando el desempeño en el crecimiento de cerdos alimentados con subproductos de destilería, pero el interés en identificar los “factores no identificados de crecimiento” en los subproductos de destilería y sus efectos sobre el desempeño en el crecimiento de cerdos se convirtió en el enfoque de la investigación. En las décadas de 1970 y 1980, hubo la construcción de grandes plantas de etanol a gran escala y los investigadores empezaron a enfocarse a la evaluación de los DDGS. Se llevaron a cabo una serie de experimentos de titulación para determinar las tasas máximas de inclusión de DDGS que se podían añadir a un iniciador y en las dietas de crecimiento-finalización. Los estudios adicionales se enfocaron al contenido de aminoácidos de los DDGS y al efecto de la

suplementación de lisina sobre el desempeño de los cerdos alimentados con dietas que contenían DDGS.

De 1986 a 1998, se llevó a cabo muy poca investigación para evaluar el uso de los subproductos de destilería en las dietas porcinas, aunque se estaban construyendo nuevas plantas de molienda seca de etanol. Estas plantas relativamente nuevas de molienda seca de etanol usan diseños de ingeniería de tecnología de punta, tecnología de fermentación y procesos de secado en comparación con las plantas más viejas que se construyeron y operaron en décadas anteriores. En consecuencia, el contenido y la digestibilidad de nutrientes de los DDGS producidos por estas modernas plantas de etanol son mayores que lo publicado por el Consejo Nacional de Investigación (NRC) en 1998.

1.3. Justificación

El maíz es un ingrediente importante dentro de una dieta porcina por su alto valor energético, debido a su alto costo se han buscado otras alternativas para sustituir este producto y aminorar los costos. En nuestro país el alza del maíz a afectado mucho a las explotaciones porcinas, por esta razón se propuso realizar este trabajo cuyo objetivo es conocer cual es el nivel de DDGS que mejore el rendimiento de los cerdos en etapa de crecimiento y ceba; y aminorar los costos de producción que es un parámetro muy importante para el productor.

1.4. Objetivos

1.4.1. Generales

Evaluar el comportamiento productivo de los cerdos en fase de crecimiento y engorde mediante la inclusión porcentual en los tratamientos de niveles crecientes (0, 5, 10, 15,20) de granos secos de destilería con solubles (DDGS) en una fase total experimental de 60 días.

1.4.2. Específicos

- Determinar la influencia de los DDGS dentro de las raciones de los cerdos en etapa de crecimiento y engorde sobre la ganancia diaria de peso por tratamiento.
- Determinar como influye la inclusión de niveles crecientes de DDGS en las raciones de los cerdos en crecimiento y ceba en la conversión alimenticia por día.
- Determinar cual es el nivel de DDGS más eficiente y económico para la alimentación porcina.

1.5. Hipótesis

Hipótesis Nula:

No hay diferencia en la ganancia de peso de los cerdos en etapa de crecimiento y engorde, cuando se incorporo el DDGS en sus respectivas dietas.

No existe diferencia en la conversión alimenticia de los cerdos en fase de crecimiento y engorde, cuando se incorporo el DDGS en niveles crecientes en las raciones.

No existe diferencia entre cual es el nivel de DDGS que mejore el rendimiento de los cerdos en cuanto a productividad y cual es el más económico.

Hipótesis Alternativa:

Si hay diferencia en la ganancia de peso de los cerdos en etapa de crecimiento y engorde, cuando se incorporo el DDGS en sus respectivas dietas.

Existe diferencia en la conversión alimenticia de los cerdos en fase de crecimiento y engorde, cuando se incorporo el DDGS en niveles crecientes en las raciones.

Si existe diferencia entre cual es el nivel de DDGS que mejore el rendimiento de los cerdos en cuanto a productividad y cual es el más económico.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Características de los cerdos en etapa de desarrollo y engorde

Según, Easter et. al., (2000) el periodo de desarrollo y engorde empieza cuando los cerdos tienen un sistema digestivo capaz de utilizar dietas simples, y responder adecuadamente a situaciones de estrés calórico e inmunológico. Este periodo ocurre cerca de los 20 kg de peso y termina cuando el cerdo es enviado al mercado.

Por otro lado, el desarrollo y el engorde del cerdo es una de las etapas más importantes de la vida productiva del animal, pues aquí se consume entre el 75% y 80% del total del alimento necesario en su vida productiva. Siendo este rubro el principal costo de producción, la utilización eficiente del alimento repercutirá en la rentabilidad de la operación porcina (Campabadal, 2001).

Para que los rendimientos del cerdo sean económicos es necesario mandarlos al mercado con un peso promedio de 100 kg que deben obtener a una edad no mayor de seis meses; para lograr lo anterior, el cerdo necesita ser bien alimentado con raciones balanceadas que reúnan los requerimientos necesarios (Flores et. al., 1981). Por esta razón, Concellon et. al., (1983), nos señalan que el criador debe tener nociones elementales sobre la alimentación racional para asegurar la rentabilidad de animales que debe hacer crecer en condiciones de

precocidad y rendimiento, deberá administrarles una ración completa, es decir suficiente en cantidades y nutrientes, por otro lado digestible para que responda solamente a la calidad y por ultimo que sea equilibrada para que de respuesta a las necesidades de calidad y cantidad.

De igual manera, Monge (1998), nos comenta que cuando el animal ha llegado a su edad adulta, el proceso de crecimiento de tejido muscular es lento e incluso llega a declinar; es en esta época cuando se acumulan fácilmente grasas. Por esta razón, es imprescindible un conocimiento amplio del tipo de dieta y el momento adecuado para el mercado.

También nos explica que en promedio existe un punto donde el ritmo de crecimiento coincide en la deposición de tejido muscular y adiposo; este punto se logra alrededor de los 95 kg de peso vivo. Antes de este punto, es mayor el aumento magro, y posterior la deposición de grasas.

2.2. Requerimientos nutricionales en los cerdos de desarrollo y engorde

El requerimiento de un nutriente para un cerdo o un grupo de cerdos en particular podría definirse como la mínima cantidad de dicho nutriente que permita una óptima respuesta asumiendo que el resto de nutrientes no sean limitantes (Torralardona, 2005).

Hoy en día se sabe que los requerimientos cuantitativos no son los mismos para todos los cerdos y varían según la genética, la salud, el peso, la productividad, la temperatura y varios factores de manejo (Campabadal, 2001).

El cuadro I presenta los requerimientos que mejor se adaptan a las condiciones de Centroamérica.

CUADRO I. CONCENTRACION DE NUTRIMENTOS EN DIETAS PARA CERDOS EN DESARROLLO Y ENGORDE PARA CENTROAMÉRICA

Nutriemento	Desarrollo	Engorde
Proteína (%)	16.00	14.00
Lisina (%)	0.90	0.75
Calcio (%)	0.75	0.60
Fosforo aprovechable (%)	0.35	0.30
Energía digestible (Mcal/kg)	3.25	3.30
Energía metabolizable (Mcal/kg)	3.20	3.25

Fuente: Campabadal 2001. Alimentación de los cerdos en condiciones tropicales.

2.2.1. Proteínas

Los cerdos, al igual que todos los animales, requieren de proteínas en forma constante, ya sea para la formación de nuevos tejidos (crecimiento), reproducción, o bien para reparar el desgaste orgánico (Bundy, 1981). Los cerdos necesitan por tanto un aporte regular de proteína. Si una ración es deficiente la proteína, los animales experimentan una reducción en el crecimiento y pierden peso (Cunha, 1960).

Flores et. al., (1981) comenta que en términos generales el % de proteína de la ración va disminuyendo con el aumento de peso, pero al consumir mas alimento aumenta el consumo de proteínas. Devendra et. al. (1970) determinaron que el nivel optimo de proteínas para cerdos criados en condiciones tropicales es de 18% en crecimiento y de 12 a 13 % en acabado.

En el Cuadro II indica el porcentaje de proteína de una ración según el peso.

Cuadro II. PORCENTAJE DE PROTEINA RECOMENDADO DENTRO DE UNA RACION SEGÚN EL PESO DEL CERDO

Peso de los cerdos Kg	Porcentaje de proteína de la ración
25	18%
50	16%
70	14%
90	13%
115	12%

Fuente: Flores (1981), En: Ganado Porcino: Cría, explotación enfermedades e industrialización.

Aparte del agua, el tejido muscular o magro esta compuesto esencialmente por proteínas. La formación de proteínas en el cuerpo del animal requiere el aporte de proteínas en la dieta, nos comenta INTA (2006). De la misma manera Monge (1998), nos indica que los cerdos, son animales de estomago simple o monogástricos y deben recibir con el alimento todos los aminoácidos esenciales; y como un solo alimento no contiene todas las proteínas, estos animales necesitan alimentos proteicos variados.

INTA (2006), también nos explica que las proteínas están formadas por unidades simples, aminoácidos, ligadas en largas cadenas. Estas cadenas comprenden cientos, o miles, de aminoácidos unidos en secuencias específicas. La formación de proteínas corporales comprende la presencia simultánea de unos veinte aminoácidos distintos. Algunos pueden ser sintetizados a partir de otros, en el hígado. Otros no pueden ser sintetizados. A estos últimos se les llama aminoácidos esenciales.

Whittemore et. al., (1978) nos explica que, Cuando se ingieren las proteínas de los piensos, una enzima especial del sistema digestivo, llamada proteasa, las descompone en aminoácidos o enlaza grupos de aminoácidos. Estas pequeñas fracciones se absorben a través de las paredes del tracto digestivo al interior de la corriente sanguínea, desde donde pasan al hígado y a las células de todo el organismo.

Adicionando, INTA (2006) nos sugiere que si la proteína esta en exceso habrá una mala utilización de la energía de la acción que se traducirá en una disminución en la eficiencia alimenticia. Igualmente, Lewis (1979), nos revela que un exceso de proteínas en la ración no solamente es costosa a la larga, si no que también trastorna la digestibilidad de los alimentos y gran parte del exceso administrado es desperdiciado, al pasar a través del cuerpo del animal sin el debido metabolismo. Ello conduce a desarreglos digestivos, trastornos en el riñón y en general a la falta de desarrollo vigoroso.

2.2.2. Minerales

El cerdo es un animal de crecimiento más rápido y el desarrollo de sus huesos es tan importante como la formación de carne. Aquellos cuya alimentación es deficiente en minerales, tendrán un desarrollo retardado, huesos y tendones debilidad, articulaciones enfermas y padecerán de parálisis y pérdida de peso (Gaztambide, 1975).

Los minerales desarrollan muchas funciones que guardan una relación directa o indirecta con el crecimiento animal. Contribuyen a mantener la rigidez de los

huesos y de los dientes y representan una parte importante de las proteínas y líquidos del organismo animal. Además conservan la integridad celular mediante las presiones osmóticas y son componentes de muchos sistemas enzimáticos que catalizan reacciones metabólicas en los sistemas biológicos (García, 2002). Igualmente, Concellon et. al., (1980) añade, que son elementos para la construcción del organismo y de la leche. Los minerales se combinan con las cadenas de carbono para elaborar:

- ✓ El esqueleto, que esta constituido de un 60% de materias minerales,
- ✓ Los líquidos internos (sangre, linfa) que contienen cerca de 1% de sales minerales en solución: cloruro de sodio, sales de calcio, fosfatos.

Incluso el corazón depende de un equilibrio mineral correcto para mantener la regularidad de sus latidos (Bundy et. al., 1981).

Adicionalmente nos comenta Tyler (1964), que la sangre, la linfa, los líquidos de los tejidos y de las células deben mantener un ph y una presión osmótica bastante constantes y en mayor grado los elementos minerales son los responsables de ello. Además los minerales están relacionados con la permeabilidad de la membrana, con la irritabilidad muscular y con el equilibrio de los iones en la sangre.

Cunha (1960), explica que una falta de minerales de la ración puede causar cualquiera de los siguientes síntomas de deficiencia: apetito reducido o débil; ganancia de peso escasa y poco rentable; raquitismo; huesos blandos o quebradizos; rosario raquítrico; articulaciones anquilosadas o deformes; parálisis

del tercio posterior (arrastrar los cuartos traseros; bocio; animales de aspecto basto y deslucido; lechones nacidos sin pelo; falta de la aparición regular de celo; débil producción láctea; lechones nacidos muertos o débiles, y muchos otros trastornos.

Bundy et. al., (1981) explica que Los minerales suelen dividirse en dos grupos: minerales principales o mayoritarios y minerales vestigiales. Los principales, o sea la sal, el calcio y el fósforo, están en mayor cantidad y los que es más probable que se hallen en cantidad insuficiente en la dieta. Los minerales vestigiales son necesarios en muy pequeña cantidad, pero esenciales para la salud del animal. Comprenden el hierro, cobre, manganeso, yodo, cobalto, azufre, magnesio, zinc, potasio, boro y selenio. Whittemore et. al., (1978) agregan que, cerca de las tres cuartas partes de la masa de minerales presentes en el cuerpo de un cerdo están constituidos por calcio y fósforo. El cuarto restante está compuesto casi exclusivamente por potasio y sodio. El organismo también contiene algo de Magnesio y cantidades pequeñas aunque mensurables de hierro, zinc y cobre. Otros elementos están contenidos a nivel de trazas.

Según, Esminger (1979), la relación más adecuada entre el calcio y el fósforo es de 1:1 a 1.5:1. La deficiencia de estos minerales causa el retraso del desarrollo esquelético normal y la ganancia de peso.

La relación óptima de Ca y P depende de la actividad biológica en cada uno de los alimentos utilizados. Los cereales constituyen una buena fuente de fósforo pero no de calcio por lo general, las raciones porcinas son deficientes en este elemento (Monge, 1998).

El sodio, cloruro, potasio y magnesio juegan un importante papel como electrolitos en los fluidos corporales. Adicionalmente, pequeñas cantidades de hierro, yodo, cobre, magnesio, cinc, selenio y sulfuro son requeridos por el cuerpo para mantener las funciones normales del cuerpo (Mikami, 1994). Cunha (1960), agrega que, la sal contiene sodio y cloro, estimulando la secreción de saliva y promoviendo la acción de ciertas enzimas. Sin sal el alimento es menos apetitoso para el animal y es usado con menor eficiencia.

2.2.3. Vitaminas

Las vitaminas constituyen otro de los elementos indispensables en la dieta de los cerdos. Estas desempeñan funciones esenciales en el organismo y son requeridas en pequeñas cantidades (Monge, 1998). Asimismo, Bundy (1981) nos comenta, que en nutrición porcina son esenciales todas las vitaminas, entre ellas la A, el complejo b12 y las Vitaminas C, D, E y K. El complejo B comprende la tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina, ácido pantoténico, colina, biotina (vitamina H), piracina, ácido para-aminobenzoico, inositol y ácido fólico. Los cerdos tienen la capacidad de sintetizar algunas de ellas en cantidades suficientes para llenar sus requerimientos. Sin embargo, la mayor parte de ellas debe ser suministrada en la dieta, ya sea porque el cerdo no las sintetiza o lo hace a niveles insuficientes, nos comenta Monge (1998).

Monge (1998) nos explica que, no siempre la deficiencia de una determinada vitamina se manifiesta bajo un cuadro sintomático, pero podría estar afectando los niveles de aprovechamiento y conversión de los alimentos, lo cual es

antieconómico. Berlijn (1997), agrega que Los cerdos, son sensibles a la deficiencia de casi todas las vitaminas. Estas deficiencias causan retraso en el crecimiento, cojera, rigidez y problemas en la reproducción y en la salud de los puercos. Bundy et. al., (1981) especifica que si falta la vitamina A, los animales no se reproducen, se altera la visión y se retarda el desarrollo. Cuando falta el aporte de complejo B se reduce el apetito y pueden surgir enfermedades. La vitamina B12 mejora el aprovechamiento de las proteínas de los granos y otros alimentos. La carencia de vitamina E puede causar insuficiencia en el aparato reproductor.

Whittemore et. al., (1978) exponen que como en el caso de los minerales traza, las vitaminas se añaden a la ración de los cerdos en forma de un compuesto premezclado (premix), las vitaminas proporcionadas por la premezcla cubren las necesidades diarias del cerdo de acuerdo con la tasa recomendada.

2.2.4. Energía

Hidratos de carbono, grasas y otros nutrientes de la ración, luego de ingresar al organismo, pueden oxidarse biológicamente dando energía a los procesos de mantenimiento y crecimiento; básicamente: la formación de proteínas y grasas corporales (INTA, 2006).

En primer lugar, el organismo necesita energía como una potente fuente para el metabolismo, nos comenta Wittemore et. al., (1978). También agrega que los procesos metabólicos incluyen el mantenimiento de sistemas vitales, tales como la actividad cardiaca, la de los pulmones y los músculos, la renovación de las

células agotadas y la readaptación de los tejidos corporales. La energía también es necesaria para la síntesis de los nuevos tejidos de crecimiento, la gestación y la lactación: proteína, grasa y lactosa. Además, la energía también está contenida en el seno de los productos almacenados y secretados. Y finalmente, se necesita para mantener la temperatura del cuerpo en los medios de clima frío. Según explica Concellon et. al., (1980) la energía se aporta por los distintos constituyentes de los alimentos (azúcares, grasas, materias proteicas, etc). Se trata del combustible necesario para el mantenimiento, el crecimiento y la producción (lechones, leche, etc) de los animales.

De la misma forma, Monge (1998) agrega que, la energía requerida por el animal es suministrada por los carbohidratos, elementos nutritivos cuya función fisiológica es esencialmente energética para los procesos vitales. Adicionalmente, Flores et. al., (1981) comenta que los hidratos de carbono y glúcidos son usados por el cerdo para mantener la temperatura del cuerpo y proporcionan energía para los procesos orgánicos; si se escasean en la alimentación prácticamente no se les encuentra en el cuerpo, por que se gastan constantemente y en bastante cantidad.

Monge (1998) agrega que si abundan en la alimentación se transforman en grasas y se almacenan en el cuerpo, y una pequeña cantidad, en el hígado en forma de glicógeno, pero si las raciones son deficientes en energía, el animal desdobla la grasa y la utiliza como fuente energética; si la deficiencia es severa, en animales adultos, se nota una emanación severa y, en lechones, se manifiesta por un crecimiento retardado.

En general, se hacen dos grandes grupos de estas sustancias, explica Monge (1998): el extracto libre de nitrógeno y la fibra bruta. Los alimentos ricos en fibra bruta como las pajas, los rastrojos, cascarillas de algodón, olote, etc., no son recomendables para el cerdo. Los ricos en extracto libre de nitrógeno, granos como el trigo, maíz, cebada, etc., los tubérculos como la patata, y la remolacha; estos alimentos no solo son buenos para el cerdo, sino también son abundantes y relativamente baratos. INTA (2006), agrega que el consumo disminuye a medida que aumenta la energía digerible y viceversa. Debido a esto, la energía de las raciones para engorde puede variar dentro de los límites relativamente amplios. Generalmente, los nutricionistas acepta que la densidad energética de estas raciones puede variar entre 2.900 y 3.300 kcal ED/kg

2.2.5. Agua

El agua es el principal alimento de los animales, el mas barato e indispensable. Desempeña funciones vitales en el organismo. La falta de agua causa abortos, reduce el crecimiento, detiene la lactancia. Cuando esta falta es importante, conduce al animal a la muerte. Por lo tanto, es un factor limitativo para la explotación. En efecto, el agua se encuentra en muchos tejidos, especialmente en la sangre, donde representa más del 90% (Pinheiro, 1973). Según Monge (1998), el agua constituye, en animales adultos, alrededor de 75% de su peso vivo.

La mayor parte del agua pasa por el cuerpo, cumple su función y es eliminada del mismo sin haber sufrido ningún cambio. No obstante, esta función es muy importante. Además de cumplir funciones básicas en el cuerpo (Tyler, 1964).

Mikami (1994), menciona que el agua es esencial como soporte vital y acción productiva. Posee una gran variedad de funciones tales como la eliminación de fluidos innecesarios y materia de desecho, participación en reacciones químicas, control de la temperatura corporal, y es un componente de muchos productos. Adicionalmente, Cunha (1960), agrega que el agua proporciona un medio adecuado para la digestión, absorción y transporte de otros nutrientes en el organismo. También nos dice que la falta de agua disminuye el apetito y rebaja la eficiencia de utilización de los alimentos, alterando todos los procesos del organismo.

Por otro lado, Hetman et. al., (1958) menciona que las pérdidas de agua se dan en función: de la temperatura, de la humedad, de trabajo muscular, de la alimentación (una ración rica en proteínas, por ejemplo, implica la formación de abundante urea y, en consecuencia, una eliminación importante de agua.)

Si los animales se autoalimentan con comidas secas, deben tener acceso a todo momento a agua limpia y fresca, pues de lo contrario el consumo de alimento será demasiado bajo como para lograr un rendimiento satisfactorio (Esminger, 1970).

2.2.6. Ácidos grasos esenciales

Las grasas son indispensables en la nutrición de los cerdos, nos comenta Pinheiro (1973); la deficiencia de ácidos grasos esenciales en un lechón en crecimiento produce un síndrome característico, que se inicia con pelaje seco y un brillo acompañado de una dermatitis escamosa parecida a la caspa. En los últimos estadios aparece un exudado gomoso pardo en las orejas y espacios axilares y por debajo de los flancos, seguido por áreas neuróticas y erupciones cutáneas en estas mismas zonas. También se ha observado el retraso en la madurez sexual, subdesarrollado del aparato digestivo y vesícula biliar anormalmente pequeña, (NRC, 1973).

La presencia de estos elementos grasos en el organismo es necesario por que en cantidades adecuadas, ayudan al aprovechamiento de las proteínas y los hidratos de carbono y por otra parte, algunas vitaminas (A,D,E,K) indispensables para el buen crecimiento y funciones de los animales, se encuentran precisamente en la porción lipida de los alimentos (Flores et. al., 1981).

Mikami (1994), nos comenta que los lípidos existen normalmente como grasas neutras, que son componentes de glicerina y ácidos grasos. Los ácidos grasos están clasificados dentro de dos grupos; ácidos grasos saturados que no tienen doble vínculo y ácidos grasos no saturados que tienen uno o más vínculos dobles.

2.2.7. Aminoácidos

Según Monge (1998), los aminoácidos constituyen las unidades que forman las proteínas, Mikami (1994) añade que las proteínas se descomponen en el cuerpo en aminoácidos que son entonces utilizados.

Monge (1998), continúa señalando que los aminoácidos se clasifican en esenciales y no esenciales. Esenciales son aquellos que el cerdo no puede formar en su cuerpo a partir de otras sustancias o que no pueden ser sintetizados por el organismo animal con la rapidez requerida. Aminoácidos no esenciales son aquellos que el animal puede formar a partir de ciertos componentes de la ración.

Para el cerdo se reconoce unos doce aminoácidos esenciales, que deben ser aportados en la dieta: lisina, metionina, cistina, triptofano, treonina, leucina, isoleucina, valina, histidina, arginina, fenilalanina y tirosina. La cistina puede sintetizarse a partir de la metionina y la tirosina a partir de fenilalanina, por eso se les muestra en conjunto (metionina + cistina) (fenilalanina + tirosina) (INTA, 2006).

El cuadro III muestra los niveles adecuados de aminoácidos para satisfacer las necesidades de cerdos en crecimiento y engorde.

CUADRO III. NECESIDADES DE AMINOACIDOS ESENCIALES

Aminoácidos	Cerdos en crecimiento	Cerdos en terminación
	kg	kg
Arginina	0.20	-----
Histidina	0.18	0.20
Isoleucina	0.50	0.43
Leucina	0.60	0.66
Metionina	0.50	0.35
Fenilalanina	0.50	0.52
Treonina	0.45	0.42
Triptófano	0.13	0.08
Valina	0.50	0.46
Lisina	0.70	0.49

FUENTE: NRC, (1976)

Concellon et. al., (1980) indica que la lisina es un factor limitante de primera importancia en la alimentación del cerdo; toda carencia de este elemento entraña una alteración de los rendimientos. Es uno de los primeros factores a considerar en el momento de establecer las formulas. La deficiencia o causideficiencia en lisina en las raciones porcinas, debido a que el maíz y los otros cereales son generalmente pobres en este aminoácido (Cunha, 1960). Agrega que su deficiencia provoca disminución del apetito, pérdida de peso, baja eficiencia de transformación, pelo seco y áspero y emaciación acusada. Pero según Rea .et. al., (2000) sostiene que las investigaciones indican que se pueden remplazar con éxito algunos aminoácidos de las proteínas naturales por aminoácidos sintéticos. Se puede usar por ejemplo, la lisina sintética como sustituto cuando haya insuficiencia de lisina en los alimentos naturales. También, los aminoácidos sintéticos permiten disminuir hasta en un 2% el contenido total de proteína de la dieta. Esto ayuda a conseguir un mejor balance de los aminoácidos en las dietas prácticas, cuando se reducen los niveles

excesivos de algunos. También existen el triptófano y la treonina comercialmente en el mercado, pero, generalmente son muy costosos para las raciones prácticas.

Según Torralardona (2005), Las necesidades de mantenimiento de un aminoácido se definen como la cantidad del mismo que se requiere para mantener el equilibrio nitrogenado. Para ello el aporte de aminoácido debe ser igual a las pérdidas obligatorias del mismo. También agrega que las necesidades de mantenimiento deben pues reemplazar a las cantidades perdidas en orina, por descamación de la piel, pérdida de pelo y secreciones intestinales endógenas, así como aquellos aminoácidos que sufren una modificación irreversible, se utilizan para la síntesis de otras sustancias no nitrogenadas o que se pierden debido a la oxidación basal de los aminoácidos. La cantidad de aminoácido necesaria para el mantenimiento está en función del peso metabólico del animal.

2.2.8. Antibióticos

Cunha (1960), define a los antibióticos como una sustancia, producida por un microorganismo, que es capaz de inhibir el crecimiento de otros microorganismos o de destruirlos.

Los antibióticos poseen ciertas propiedades favorables que influyen en el desempeño de los animales. Como consecuencia, Pinheiro (1979), menciona que los antibióticos tienen un efecto beneficioso en la velocidad de crecimiento y en la conversión alimenticia de los cerdos. Por otro lado, Cunha (1960) informa

que los antibióticos ayudan a evitar la presentación de ciertos tipos de enteritis inespecíficas (diarreas). Esto tiene gran importancia puesto que las enteritis causan grandes pérdidas a los ganaderos. De igual manera, Esminger (1970) resalta que pueden aumentar hasta el 5% la eficiencia alimentaria de los lechones en crecimiento y terminación; lo que significaría q se ahorrarían alrededor de 20 kg de alimento por cada 100 kg de aumento de peso. Cuando se emplean junto con raciones de mala calidad, la eficiencia alimenticia puede ser considerablemente más grande. También nos menciona que se producen ganancias aproximadamente 10 % más rápidas desde el nacimiento hasta los 90 kg de peso, con lo cual se obtienen economías de personal y un más temprano arribo al peso de consumo.

2.3. Fuentes alimenticias como aporte de proteína

2.3.1. Harina de soya

Según nos comenta, Campabadal (2001), desde el punto de vista práctico, se puede decir que es la única fuente disponible sin problemas para utilizarse en la alimentación de los cerdos, excepto en la alimentación de lechones recién destetados donde ocurre una reacción antígeno – anticuerpo producida por las proteínas de origen vegetal. También nos dice que hay dos tipos de harina de soya: la que contiene 48% de proteína y la que contiene 44% de este nutrimento. Normalmente la que se utiliza en la alimentación de cerdos es la de 48% por su excelente patrón de aminoácidos, especialmente el contenido de lisina (3.2%). El harina de soya contiene bajos niveles de calcio (0.30%) y de

fosforo aprovechable (0.30%)y el nivel energético varia de 3.1 a 3.2 Mcal/kg de energía metabolizable.

Excepto para la formulación de dietas para lechones, no existen restricciones en su nivel de utilización. Los niveles que se utilizan dependerán del nivel de proteína a que se este balanceando y del aporte de las otras fuentes empleadas. Normalmente los valores fluctúan entre un 10 y 25%.

2.3.1.1. Granos de soya enteros, cocidos

Rea et. al., (2000) nos comentan que investigaciones realizadas en estaciones experimentales de Missouri muestran que los productores pueden usar granos de soya enteros, cocidos, como fuente de proteína y energía para cerdos en engorde. Cuando se formularon raciones con granos enteros sobre una misma base de proteína, el rendimiento fue igual al de las raciones de maíz/harina de soya y en una prueba se obtuvo una mejoría del 10% en el rendimiento. En la mayoría de las comparaciones, es razonable una cantidad de proteína igual o una mejoría del 5%. Piense en la economía antes de reemplazar la harina de soya por granos enteros. Considere el valor de mercado de los granos enteros y en los costos asociados con su procesamiento, almacenamiento y manipulación.

2.3.1.2. Granos de soya enteros, crudos

Rea et. al., (2000) nos dicen que los granos de soya entera y cruda no son satisfactorios en las raciones para cerdos en desarrollo. Tienen poco valor nutritivo por el inhibidor de la tripsina que interfiere con el máximo uso de los

aminoácidos. Además, la soyina, una toxina, disminuye el consumo de alimento. Investigaciones recientes muestran que los productores pueden sustituir satisfactoriamente la soya cruda en las raciones de cerdas gestantes, pero se necesitan cantidades ligeramente mayores de granos enteros porque su contenido de proteína es menor que el de la harina de soya.

2.4. Fuentes alimenticias como aporte de energía

2.4.1. Maíz

Según, Gazlambide (1975), la importancia del maíz como alimento para cerdos se debe a su alta producción, lo fácil que es de usar, su economía y el efecto tan deseable en el animal y en el producto obtenido.

Esminger (1970), agrega que el maíz es palatable, nutritivo y rico en hidratos de carbono y grasas productores de energía, pero posee algunas limitaciones muy definidas. Tiene pocas proteínas y estas son de baja calidad (en particular escasean los aminoácidos lisina y triptófano), y es deficiente en minerales, especialmente el calcio. Campabadal (2000) agrega, el contenido de energía del maíz lo contribuyo un endospermo almidonado, que esta compuesto principalmente por la fracción amilopectina. Sin embargo, contiene cierta proporción de polisacáridos no almidonados, representados por la celulosa (2.5%), arabinoxilan (5%) y peptinas (0.10%). Además agrega que el maíz contiene entre 3 a 4% de aceite, aunque hay variedades llamadas “altas en aceite” que contienen entre 6 a 8% de este nutrimento. Estas contienen también 2 a 3% más de proteína y de aminoácidos esenciales. El maíz debe formar la

mayor parte en la ración de los cerdos. Como es pobre en proteínas, minerales y vitaminas, no deberá darse solo, si no completarse con otros alimentos (Scarborough, 1990).

2.4.2. Sorgo

El grano del sorgo es análogo al grano del maíz por su composición y valor nutritivo; incluso, incluso algunas variedades son mas ricas en proteínas que el maíz, aunque mas pobre en grasas que él.

Esminger (1970), son pobres en caroteno y además deficientes en otras vitaminas, proteínas y minerales.

Para los porcinos, los sorgos deben ser trillados o cosechados. Los porcinos alimentados con sorgo rinden carnes firmes de buena calidad.

2.5. Granos Secos de Destilería con Solubles en la alimentación de los cerdos

2.5.1. Definición y Características

Se definen, los granos secos de destilería con solubles (DDGS) como el producto que se obtiene después de extraer el alcohol etílico a través de la fermentación de levaduras de un grano o una mezcla de granos condensando y secando un mínimo de tres cuartos de los residuos sólidos enteros que resultan a través de métodos utilizados en la industria destiladora de granos (ICGA, 2004)

Según, Woerman (2007), los granos secos de destilería con solubles (DDGS) son un subproducto que es una alternativa en la alimentación: Reemplaza una

parte de los granos y de la proteína en la dieta y Sustituye una porción del fósforo dentro de la dieta. También, Weigel et. al., (2007) afirman que los DDGS son un subproducto principal de la industria de la molienda en seco y fermentación del maíz. Los DDGS (por sus siglas en inglés) son un producto mediano en cuanto a su contenido de fibra pero tienen un alto contenido de aceite, lo cual permite su utilización en los alimentos para cerdos. Es una buena fuente de fósforo, pero bajo en calcio. También tiene una buena mezcla de otros minerales. Este subproducto es muy rico en las vitaminas solubles en agua, al igual que la vitamina E. Como es el caso con todos los subproductos derivados del maíz, DDGS son bajos en lisina y triptófano, así que generalmente se recomienda agregar lisina y triptófano suplementario, especialmente en las dietas porcinas en las etapas de crecimiento a engorde. Shurson (2007), agrega que pueden utilizarse de forma satisfactoria para sustentar una producción porcina óptima, y a menudo reduce los costos globales de la ración. También son un ingrediente alimentario único, ya que se producen a partir de un proceso de fermentación microbiana, y pueden contener componentes no identificados que contribuyen a la sanidad y los rendimientos de los animales.

Además de las variaciones en el contenido de nutrientes y la digestibilidad, el color y olor de los DDGS también puede variar. Gammas de color de la luz dorada de color marrón oscuro, y el olor puede ser dulce de humo a quemado. El color ha demostrado ser correlacionado con la digestibilidad de los nutrientes. El color oscuro puede tener menor digestibilidad de los nutrientes (ADM alianza nutrición, 2008). Adicionalmente, Shurson (2007), explica que la luminosidad y el

grado de amarillo del color de los DDGS parecen predecir razonablemente el contenido de lisina digestible en las fuentes de maíz dorado para porcino. Del mismo modo comenta que con el objetivo de asegurar unos excelentes resultados de los cerdos cuando se añaden DDGS a su ración, sólo deben utilizarse los que estén ligeramente coloreados y dorados y las dietas deberían formularse teniendo como base los aminoácidos digestibles si se incluye más de un 10% de DDGS.

Con respecto al olor, USGC (2008), menciona que los DDGS de alta calidad tienen un olor dulce a fermentado y los DDGS que tienen un olor a quemado o humo están sobrecalentados.

2.5.2. Proceso de producción de etanol para la obtención de Granos Secos de Destilería con Solubles

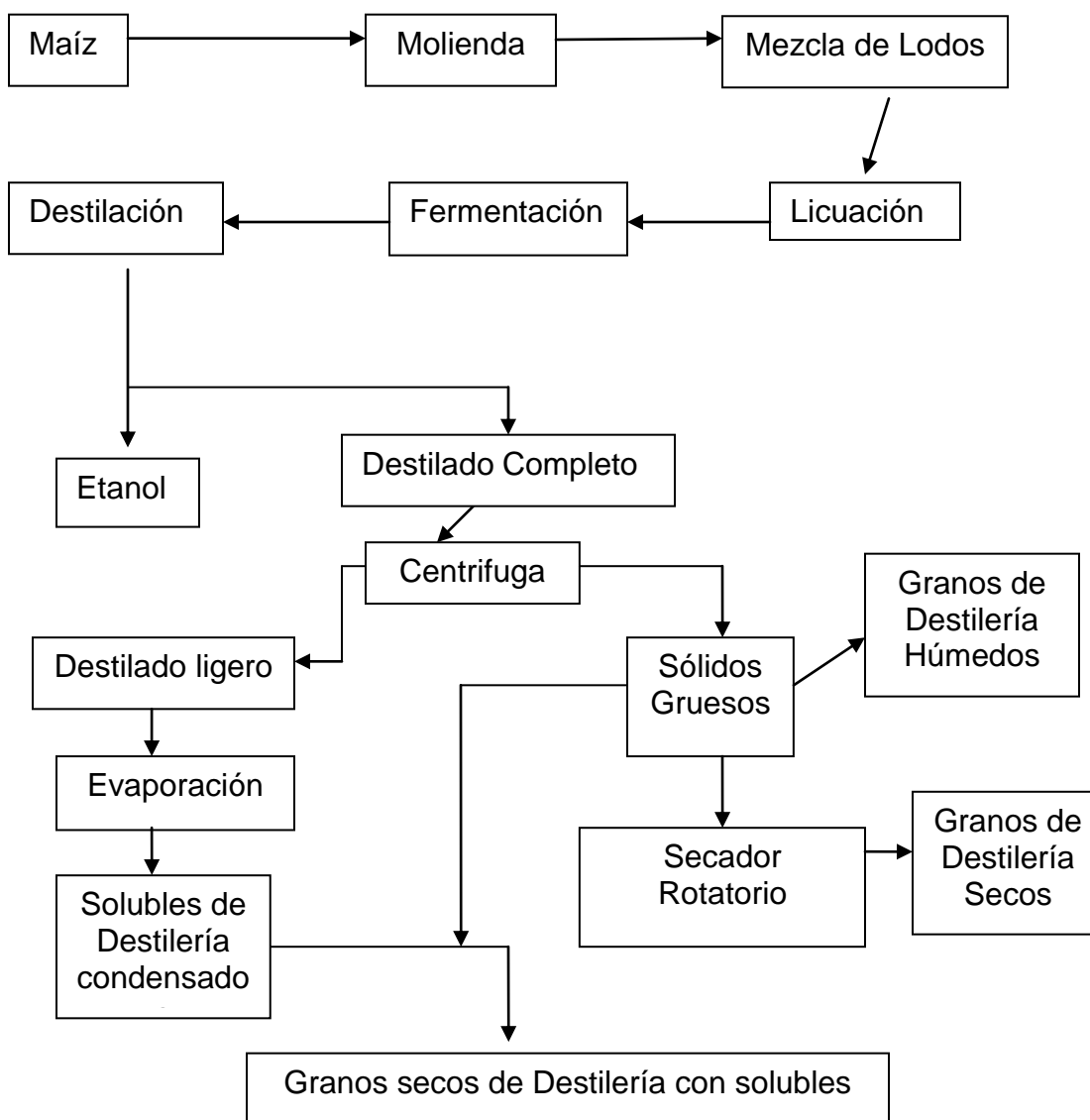
El maíz amarillo es más comúnmente utilizado para producir etanol y DDGS porque es una excelente fuente de almidón fácilmente fermentable (Shurson et. al., 2004), a lo que Thaler (2002), agrega que después de ser extraído el almidón los nutrientes restantes en el maíz son concentrados y aproximadamente triplicados en los DDGS.

La producción de etanol se divide en dos procesos principales, el de molienda húmedo y seco. Cada proceso produce subproductos diferentes. El proceso de molienda húmedo inicia cuando el maíz es empapado para suavizar el grano. Esto facilita la separación por partes de varios componentes, antes de ser procesado en etanol. Para este proceso de molienda húmedo se obtienen dos

subproductos, el gluten de maíz y harina de gluten de maíz (Erickson et. al., 2005).

En el proceso de molienda seca, Blas et. al 2007. Explican que consiste en convertir los almidones y azúcares de la materia prima inicial en etanol. Por lo tanto, en el producto final se reduce drásticamente el contenido de hidratos de carbono no estructurales y se concentra proporcionalmente el porcentaje del resto de nutrientes. Igualmente, Shurson et. al., (2004), comentan que DDGS es un subproducto producido por este tipo de molienda como resultado de la fermentación de almidón del maíz para producir combustible de etanol y dióxido de carbono.

Figura I. Procesos de producción del etanol de molienda seca y sus subproductos



Fuente: Erickson et.al. 2005. Corn Processing Co-Products Manual: A REVIEW OF CURRENT RESEARCH ON DISTILLERS GRAINS AND CORN GLUTEN.

El proceso industrial de molienda seca consta de 5 fases: 1) selección, limpieza y molienda del grano; 2) sacarificación o paso del almidón a glucosa mediante la utilización de levaduras apropiadas; 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 vaporización por calentamiento, y 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).

El proceso de molienda seca es ampliamente aceptado en la industria de etanol, puesto que comparativamente con el método de molienda húmeda tiene menores requerimientos de capital tanto para construir y como para operar la planta (Mathei, 2007).

2.5.2.1. Selección, limpieza y molienda del grano

Según explica Mathei (2007), el proceso comienza con la limpieza del grano de maíz, que ya limpio pasa a través de los molinos que lo convierten en un polvo fino, harina de maíz. El tamaño de partícula del grano puede afectar el rendimiento de etanol (Kelsall et. al., 1999), y por lo tanto, los productores tienden a usar maíz molido muy fino para maximizar el rendimiento del etanol.

2.5.2.2. Sacarificación

La harina de maíz se sopla en grandes tanques donde se mezcla con agua y las enzimas alfa Amilasa. Luego pasa a través de las cocinas donde se licua el almidón. A la mezcla se agrega componentes químicos para mantenerla con un pH adecuado. En esta etapa se aplica calor para la licuefacción, en una primera etapa a alta temperatura (120 - 150 °C) y luego a temperatura mas baja (95 °C).

Estas altas temperaturas reducen los niveles de las bacterias existentes en el puré. El puré de las cocinas es luego enfriado a una temperatura levemente bajo el punto de ebullición del agua y se le entrega una segunda enzima (*glucoamilasa*) para convertir el almidón licuado en azúcar fermentable (dextrosa) (Manthei,2007). Las enzimas deben ser termoestables para que haya hidrólisis del almidón inmediatamente después de la gelatinización. Las enzimas representan del 10% al 20% del costo de producción del etanol (USGC, 2008).

2.5.2.3. Fermentación de la glucosa para producir etanol

Manthei (2007), explica que la fermentación se realiza en ausencia de oxígeno. Al puré se agrega levadura para fermentar los azúcares y con ello obtener etanol y anhídrido carbónico. La levadura que más comúnmente se usa es la *Saccharomyces cerevisiae* (USGC, 2008) porque puede producir etanol a una concentración de hasta 18% en el caldo de fermentación. En la fermentación modelo, alrededor de 95% de la azúcar se convierte a etanol y dióxido de carbono, 1% en materia celular de las levaduras y 4% en otros productos como el glicerol. La levadura representa alrededor del 10% del costo económico de la producción de etanol.

2.5.2.4. Destilación del etanol

La papilla fermentada ahora es trasladada a columnas de destilación donde se separa el etanol de cualesquier residuos llamado "stillage." (General Motors Corporation, 2006). El alcohol deja la Columna de destilación con una pureza de

del 95 por ciento aproximadamente, y el puré de residuo, (“stillage”), es transferido de la base de columna para su procesamiento como subproducto (Manthei, 2007).

2.5.2.5. Recogida de los residuos y secado

Los granos destilados secos con solubles (DDGS), se obtienen del “stillage”, el que se centrifuga para separar los sólidos suspendidos. Los sólidos disueltos se concentran con un evaporador y después se envían a un sistema de secado para reducir el contenido de agua a aproximadamente 12 por ciento. Se concentra el aceite, proteína y nutrientes del maíz original constituyendo aproximadamente un tercio del peso del maíz. Debido a la fermentación, los aminoácidos, grasa, minerales y las vitaminas restantes aumentan aproximadamente al triple en el concentrado, comparado con los niveles encontrados en maíz (Manthei, 2007).

Thaler (2002), comenta que uno de los factores de mayor impacto en la concentración de nutrientes de los DDGS es los métodos de transformación. Blas explica que las características del producto final dependen de la calidad del producto inicial y de las condiciones del proceso (temperaturas y tiempo de cocción, destilación, deshidratación y granulado). El calor aplicado durante los procesos de fermentación, destilación y secado reduce la solubilidad de la proteína y aumentan su indegradabilidad.

2.5.3. Almacenaje y manejo

Generalmente, DDGS tendrá un contenido de humedad de aproximadamente 12 por ciento o menos. Por esto, cuando se almacena adecuadamente se mantendrá la calidad de DDGS, al igual que cualquier otra proteína o ingredientes de granos utilizados en la formulación de las dietas (ICGA, 2004). También añade que DDGS adecuadamente procesado y almacenado no requiere la utilización de antioxidantes o inhibidores de moho. La experiencia práctica sugiere que un tiempo de almacenamiento abierto de una semana, dependiendo de la temperatura del medioambiente, se puede mantener sin el deterioro del producto.

Sin embargo, Thaler (2002), menciona que dado que los ácidos grasos poli insaturados están sujetos a rancidez, tendrá que utilizar DDGS lo más rápidamente posible. Se recomienda que la compra no sea más de 3 meses de suministro de DDGS en el invierno y no más de un 1 mes de suministro en el verano. Por otra parte, ADM alianza nutrición (2008), nos explica que el aceite de maíz que figura en el DDGS es alta en antioxidantes, y tiene un pH que es relativamente bajo (menos de 5), que ayudan a prolongar la vida útil de DDGS.

2.5.4. Presencia de micotoxinas

El maíz es susceptible a los moldes que pueden producir micotoxinas antes de la cosecha, así como durante el almacenamiento (ADM alianza nutrición, 2008). Adicionalmente, Shurson et. al., (2006) señalan que si algún maíz con

micotoxinas es transportado a la planta de etanol para producir etanol, estas micotoxinas no se destruyen o inactivan durante el proceso de fermentación y podrán estar presentes en los DDGS. En realidad, la concentración de micotoxinas en los DDGS será 2 o 3 veces mayor que la concentración en el grano porque la remoción del almidón durante el proceso de fermentación concentra todas las porciones residuales no fermentables del grano que quedan después de la fermentación.

Según Vergagni (2006), sugiere que hay que mantener los valores de micotoxinas en perspectiva. Los niveles de tolerancia se basan en los niveles de micotoxinas en un alimento completo. Por consiguiente, ICGA (2004), explica que si el maíz contiene 1 ppm de micotoxinas, y una dieta para cerdos típica contiene 80 por ciento de maíz, el nivel de micotoxinas en la dieta completa sería 0.8 ppm. Si DDGS contiene 3 ppm de micotoxinas, y una dieta típica contiene 10 por ciento DDGS, el nivel de micotoxinas en la dieta completa final sería 0.3 ppm.

Shurson et.al., (2007) asegura que las plantas de etanol, fomentan el monitoreo de micotoxinas del maíz que reciben y rechazan cargamentos contaminados para prevenir la presencia de micotoxinas en los DDGS. Los compradores de DDGS también son incentivados a trabajar con sus respectivos proveedores para establecer un protocolo de control de calidad para la producción de DDGS que deberá incluir análisis de detección y procedimientos para micotoxinas.

2.5.4. Valor nutricional

Los granos de destilería tienen mayor proteína (25 – 30%), grasa (8 a 10%), y fibra (4 – 12%) que el maíz que en el proceso de fermentación es removido el almidón (Hollis, 2002).

Los DDGS de alta calidad tienen un valor de energía metabolizable y digestible igual o mayor al maíz. Spiehs et. al. (1999) fueron los primeros en informar que la energía digestible (ED) y la energía metabolizable (EM) era similar a los valores de energía del maíz (3.49 Mcal/kg y 3.37 Mcal/kg, respectivamente). Hasta que Stein et. al. (2006) confirmaron que los valores de ED y EM de los DDGS para cerdos es igual a o mayor que el del maíz (3,639 kcal de ED/kg y 3,378 kcal de EM/kg).

En el Cuadro IV muestra que el DDGS tiene valores similares de materia seca y energía a el maíz y que la mayoría de los otros nutrientes contenidos en el DDGS son 2 a 3.5 veces la concentración del maíz.

CUADRO IV. COMPOSICION DE NUTRIENTES DEL DDGS DE LAS NUEVAS PLANTAS DE ETANOL EN IOWA COMPARADAS CON EL MAÍZ

Nutrimiento	DDGS	MAÍZ
Materia seca, %	89	89
Energía metabolizable, Kcal/lb	1,550	1,555
Proteína cruda, %	27.99	8.30
Lisina, %	0.82	0.26
Metionina, %	0.54	0.17
Treonina, %	1.02	0.29
Fibra acido detergente, %	12.80	2.80
Grasa, %	8.92	3.90
Calcio, %	0.07	0.03
Fosforo, %	0.64	0.28

FUENTE: ICGA 2007, Feeding Bioenergy Coproducts to swine.

Debido a su baja concentración de aminoácidos, el maíz es una fuente pobre de proteínas. Cuando el maíz es transformado en DDGS, la concentración aminoácidos no mejora, nos comenta, Thaler (2002). Adicional menciona que los cerdos requieren aminoácidos más no proteínas, por lo que las dietas necesitan ser balanceadas con lisina o a base de lisina digestible, no en proteína cruda. Mientras los DDGS son relativamente altos en proteína cruda, es baja en lisina, el primer limitante de aminoácidos en las dietas basadas en granos.

Según el USGC (2008), La treonina es el segundo aminoácido limitante después de la lisina y debe monitorearse durante la formulación de la dieta cuando se usa más de 10% de DDGS en las dietas porcinas. La digestibilidad de aminoácidos también puede variar entre las fuentes de DDGS. Stein et al. (2006) mostraron que la gama de coeficientes de digestibilidad verdadera de la lisina para los cerdos varía de 43.9% a 63.0%. Fastinger et. al. (2006) informaron un intervalo similar en los valores estandarizados de digestibilidad ileal de lisina (38.2 - 61.5%) cuando se evaluaron cinco fuentes de DDGS. La claridad y el amarillo del color de los DDGS parece ser predictores razonables del contenido de lisina digestible entre fuentes de DDGS para cerdos (Pederson et al., 2005).

Para poder garantizar un excelente desempeño de cerdos cuando se añade DDGS a las dietas porcinas, deben usarse solamente las fuentes de color claro ya que los DDGS más oscuros según Fastinger et. al., (2006) tienden a tener

menor contenido de lisina total, de aminoácidos y baja digestibilidad de la lisina en comparación con los colores claros. Por lo tanto, el color del DDGS puede ser un indicador de la cantidad de aminoácidos en particular de la digestibilidad de la lisina.

Stein et. al., (2007) explican que como regla general, por cada 10% DDGS que se añaden, debe incrementarse la inclusión de lisina sintética un 0,10%. Siguiendo este principio, puede reducirse un 4,25 % la harina de soja y un 5,70 % la de maíz. Debido a la mayor concentración y digestibilidad del fósforo en los DDGS que en la soja, se puede suprimir aproximadamente el 0,20 % de fosfato monocálcico, aunque debe añadirse carbonato cálcico adicional para mantener una adecuada concentración de calcio.

Hans, agrega que las dietas no solo deben de estar formuladas a base de aminoácidos digestibles si no que también a base de fósforo digestible. La adición de DDGS de maíz a las raciones para porcino reduce significativamente la cantidad de fósforo inorgánico complementario que necesita el pienso, debido a la relativamente alta digestibilidad del P en los DDGS (Shurson, 2007). ADM alianza nutrición (2008) añade que el Fósforo (P) en DDGS es más elevado que el de maíz (0,75% vs 0,25%) y ha demostrado estar mas disponible que en el maíz. Esto significa que al incorporar DDGS en la dieta típica de maíz-soya puede ayudar a reducir la necesidad de complementar con fósforo inorgánico y ayudar a reducir la excreción de fósforo en el estiércol.

En el cuadro V Shurson describe los beneficios y limitaciones de utilizar los DDGS.

CUADRO V. BENEFICIO Y LIMITACIONES DE UTILIZAR EL DDGS EN LAS DIETAS PORCINAS

BENEFICIOS	LIMITACIONES
Valor energético del maíz	Bajo en calidad de proteína (lisina) ✓ Agregar otros suplementos altos en lisina y triptofano
Alta disponibilidad de Fósforo ✓ Reducción de la suplementación de fósforo en la dieta. ✓ Reducción de fósforo en las excretas.	Incremento en la excreción de nitrógeno en las heces
Comúnmente alimentados en un 10% de la dieta ✓ Niveles superiores pueden utilizarse si los aminoácidos se suplementan.	Alto nivel de grasa limita su inclusión en dietas de cerdos en fase de engorde debido al deterioro de calidad de la grasa de la canal.
Parece reducir los problemas de salud por ielitis	Alto nivel de fibra limita su utilización en los lechones
Reemplaza parcialmente el maíz, la harina de soya y fosfato de calcio en las dietas	Puede afectar el consumo de alimento si se incluye a niveles altos en forma abrupta en las dietas de cerdas.

FUENTE: Shurson 2007, Beneficios y limitaciones de alimentar al porcino con DDGS

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización Geográfica

Este experimento se llevó a cabo en el área de producción porcina de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, que se encuentra ubicada en el corregimiento de Chiriquí, distrito de David, Provincia de Chiriquí, localizada entre los 8°23'13" de latitud norte y 8°21'44" de longitud oeste y a una altura de 23 msnm, cuya temperatura anual es de 26.8 grados centígrados cuyo promedio mensual mas bajo se presente en octubre con 26.0°C y el mas elevado en abril con 28.2°C y la precipitación pluvial es bastante elevada con un promedio anual de 2828.6 milímetros .

3.2. Descripción de las Instalaciones

El área de producción porcina de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, cuenta con instalaciones disponibles de: sala de maternidad, corrales de: destete, desarrollo, crecimiento, engorde de gestaciones, laboratorio de inseminación artificial, planta procesadora de alimentos y fosas sépticas.

3.3. Tratamientos o raciones experimentales

Para medir los parámetros experimentales nutricionales utilizando DDGS, se establecieron 5 tratamientos donde se les ofrecía diferentes niveles de DDGS 0, 5, 10, 15, 20% en la etapa de crecimiento y ceba dentro de la ración.

Las dietas ofrecidas para los cerdos en etapa de crecimiento y engorde fueron formulados de acuerdo a los requerimientos nutricionales de cada etapa para asegurar el buen desarrollo de los cerdos dentro del periodo experimental.

CUADRO VI. RACIONES ESTABLECIDAS PARA CERDOS EN FASE DE CRECIMIENTO POR TRATAMIENTO

INGREDIENTE	T1 (DDGS0%)	T2 (DDGS5%)	T3 (DDGS10%)	T4 (DDGS15%)	T5 (DDGS20%)
Maíz importado	67.85	65.3	62.75	60.2	57.64
Harina de soya	24.76	22.3	19.83	17.4	14.9
DDGS	0	5	10	15	20
Grasa animal	4	4	4	4	4
CaCO ₃	1.45	1.47	1.5	1.52	1.55
Pecutrin	0.81	0.75	0.7	0.65	0.6
Sal	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Lisina	0.11	0.17	0.2	0.25	0.3
Rovimix	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
Cloruro de Colina	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Metionina	0.017	0.014	0.01	0.007	0.004
Mico - Ad	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Total	99.977	99.984	99.97	100.007	99.974

CUADRO VII. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LAS DIETAS DE LOS CERDOS EN FASE DE CRECIMIENTO PARA TODOS LOS TRATAMIENTOS.

Componente	Requerimientos nutricionales
Proteína (%)	17
ED (Mcal/kg)	3.4
Lisina (%)	1
Metionina (%)	0.3
Calcio (%)	0.85
Fosforo (%)	0.6

CUADRO VIII. RACIONES ESTABLECIDAS PARA LOS CERDOS EN FASE DE ENGORDE POR TRATAMIENTO.

INGREDIENTE	T1 (DDGS0%)	T2 (DDGS5%)	T3 (DDGS10%)	T4 (DDGS15%)	T5 (DDGS20%)
Maíz importado	72.2	69.66	67.12	64.55	62
Harina de soya	20.04	17.52	15.09	12.6	10.14
DDGS	0	5	10	15	20
Grasa animal	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
CaCO ₃	1.56	1.58	1.61	1.65	1.65
Pecutrin	0.65	0.65	0.55	0.5	0.45
Lisina	0.09	0.15	0.2	0.25	0.3
Sal	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Rovimix	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
Cloruro de Colina	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Mico - Ad	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Total	99.97	99.99	100	99.98	99.97

CUADRO IX. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LAS DIETAS DE LOS CERDOS EN FASE DE ENGORDE PARA TODOS LOS TRATAMIENTOS.

Componente	Requerimiento nutricional
Proteína (%)	15
ED (Mcal/kg)	3.4
Lisina (%)	0.88
Calcio (%)	0.85
Fósforo (%)	0.56

3.4. Unidades Experimentales

En la investigación se utilizaron 25 cerdos (hembras y machos castrados) en etapa de crecimiento y ceba, con una edad y peso promedio de 119 días y 43.44 kg respectivamente.

Los cerdos fueron distribuidos aleatoriamente en los 5 tratamientos experimentales, resultando así, 5 cerdos por tratamiento a los cuales se les denominó T1 o grupo testigo y T2, T3, T4, T5 o grupos tratamiento que poseen DDGS dentro de la ración en porcentajes crecientes.

3.5. Variables de respuesta:

- Peso vivo por tratamiento (kilogramo), se obtuvo pesando a los cerdos individualmente y luego obteniendo un promedio por tratamiento.
- Consumo de concentrado (kilogramos), se les oferto cierta cantidad de alimento dependiendo del peso y la edad de los cerdos.

- Conversión alimenticia por tratamiento (kg de alimento/ kg de peso vivo), se calculo dividiendo el consumo de alimento entre la ganancia de peso diaria.

3.6. Duración del experimento:

La fase experimental de la prueba de integración de DDGS en la dieta tuvo una duración ocho semanas. Las primeras cuatro semanas se ofreció una dieta balanceada de crecimiento y las siguientes cuatro semanas la dieta de engorde.

3.7. Diseño experimental

Los datos fueron analizados estadísticamente en base al Diseño de Parcelas Divididas, donde las parcelas grandes fueron las etapas (crecimiento y ceba) y las subparcelas fueron representadas por los tratamientos (T1 = testigo, T2= 5 % DDGS, T3 = 10% DDGS, T4 = 15% DDGS, T5= 20% DDGS) y las sub parcelas fueron los periodos. Este diseño se aplico para cada etapa (crecimiento y engorde). Además se utilizaron comparaciones de medias por Tukey. Sin considerar el efecto del sexo.

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + D_j(T_i) + P_k + (TP)_{ik} + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = Observación de las distintas variables de respuesta.

μ = Es la media poblacional estimada por la media general.

T_i = Efecto del tratamiento.

$D_j (T_i)$ = Efecto de animales o días dentro del tratamiento.

P_k = Efecto del Periodo.

$(TP)_{ik}$ = Efecto de la interacción tratamiento por periodo.

E_{ijk} = Error experimental.

Este modelo se utilizó para conocer la ganancia de peso final al culminar las etapas de crecimiento y ceba, utilizando la covarianza para el peso inicial de los cerdos.

$$Y_{ij} = \beta_i (X_i - X) + T_j + E_{ij}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Consumo de alimento en los periodos de crecimiento y ceba

A medida que el cerdo aumenta de peso mayor es su demanda de alimento, recordando que llega un punto donde la ganancia de peso no es carne magra si no grasa. Son muchos los factores que limitan el consumo de alimento, uno de ellos es el exceso de alimentos con elevado nivel de energía, que trae como consecuencia una ganancia de peso mínima por la disminución de la ingesta de alimentos. También se dice que es un error proporcionar elevados niveles de subproductos en las dietas porcinas no solo por que limitan el consumo, si no que disminuyen la digestibilidad de los alimentos y esto puede afectar la conversión alimenticia.

Para lograr un buen desarrollo del cerdo, es importante suministrarle los nutrientes que el animal requiere en la cantidad apropiada, de acuerdo con la etapa de crecimiento en que se encuentre. Los nutrientes necesarios son: Agua, Energía, Ácidos Grasos, Vitaminas liposolubles e hidrosolubles, proteínas y elementos inorgánicos y fibra que el cerdo requiere para su desarrollo (Monge, 1998).

CUADRO X. CONSUMO DE ALIMENTO DIARIO DE LOS CERDOS EN FASE DE CRECIMIENTO POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Consumo de alimento diario por animal (kg)
T1	2.50
T2	2.50
T3	2.46
T4	2.42
T5	2.42

CUADRO XI. CONSUMO DE ALIMENTO DIARIO DE LOS CERDOS EN FASE DE ENGORDE POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Consumo de alimento diario por animal (kg)
T1	2.98
T2	2.98
T3	2.98
T4	2.98
T5	2.88

El Cuadro X y Cuadro XI muestra la cantidad de alimento consumido por los animales dentro del período de crecimiento y engorde por tratamiento respectivamente. Se puede observar que a medida que aumenta la cantidad de DDGS en los tratamientos disminuye el consumo de alimento en las etapas de crecimiento y engorde. Hastad et. al., (2005) citado por USCG (2008), realizaron experimentos con cerdos en crecimiento para determinar los efectos del DDGS en el consumo de alimento y palatabilidad de la dieta. La inclusión de 30% DDGS tuvo una reducción en el consumo de alimento diario comparada con las dietas control de maíz-soya. Esto se debe a que el DDGS tiene la cualidad de tener una alta energía digestible y metabolizable igual a la del maíz

(1555mcal/lb) (Shurson et. al., 2005). Una dieta con un alto contenido de energía disminuye el consumo y es uno de los factores que mas influye en la ingesta de alimentos (Campabadal, 2001). También agrega que esto esta basado en el principio de que el cerdo consume para satisfacer su requerimientos energético.

4.2. Ganancia de peso diaria

El análisis de este parámetro es de suma importancia para la industria porcina ya que a una mayor velocidad de ganancia de peso reduce los costos, debido que al cebar mas rápido los cerdos y enviarlos al mercado en menor tiempo, reduce la utilización de la materia prima para su alimentación es decir que mientras mas permanezcan los cerdos dentro de la explotación mas será el consumo, dando como resultado mayor gasto en su alimentación.

4.2.1. Ganancia de peso diaria de los cerdos en fase de crecimiento

Los resultados obtenidos, corresponden a la etapa de crecimiento (Cuadro XII). El análisis de varianza de las ganancias de peso en la etapa de crecimiento, revelo que entre los tratamientos no existía diferencia significativa ($P>0.05$), al igual que en la interacción de tratamiento por período (15 días). Sin embargo se mostró una diferencia significativa ($P<0.05$) entre las períodos para todos los tratamientos (15 días). Esto quiere decir que hubo un buen desarrollo en el crecimiento de los animales por tratamiento en la primera etapa, sin embargo entre periodos para todos los tratamientos se puede observar que hubo una mejor ganancia de peso en uno de los dos periodos. Por otro lado, el coeficiente

de variación nos indica que no se presentó una ganancia de peso uniforme en la etapa de crecimiento, lo que nos muestra que hubo tratamientos que alcanzaron mayor ganancia de peso al culminar esta etapa, esto se le puede atribuir a que los animales en las primeras semanas no se habían adaptado al alimento, también.

CUADRO XII. ANÁLISIS DE VARIANZA UTILIZANDO EL CUADRADO MEDIO TIPO III PARA LOS DATOS DE GANANCIA DE PESO DIARIA DE LOS CERDOS EN ETAPA DE CRECIMIENTO

Variables de respuesta	Grados de libertad	Suma de cuadrado tipo III	Cuadrado medio	Valor de Fisher calculado
Tratamiento	4	0.064	0.016	0.52 ^{ns}
Animales (Tratamiento)	20	0.632	0.031	0.87
Periodos	1	0.721	0.721	19.84 ^{**}
Tratamientos*Periodos	4	0.068	0.017	0.47 ^{ns}
Error	20	0.727	0.036	
Total corregido	49	2.212		

Coeficiente de Variación: 21.79%

Término de error para efecto de Tratamiento es Animales (Tratamiento)

** P<0.01

^{ns} = diferencia no significativa

Como se pudo observar, los cerdos alimentados con los diferentes niveles (5, 10, 15, 20%) de DDGS no muestran diferencias significativas ($P>0.05$) con el grupo testigo en cuanto a ganancia diaria de peso (Cuadro XIII), sin embargo la mayor ganancia de peso diaria se dio entre los animales del grupo testigo o T1, no obstante el tratamiento con DDGS incluido en la ración que presentó mayor ganancia de peso fue el que contenía 5% DDGS que mostró una diferencia de 1% por debajo del grupo testigo, seguido por el tratamiento de 15% de DDGS

donde se muestra una diferencia de 3%, luego el tratamiento con 20% de DDGS con 4% de diferencia, siendo así los tratamientos con mayor ganancia de peso en la etapa de crecimiento. Por el contrario, el tratamiento con 20% de DDGS mostró una diferencia de 11%, resultando ser el tratamiento con menor ganancia de peso en la etapa de crecimiento. Estos resultados los corrobora, ADM alianza nutrición (2008), revelando que las dietas que poseían mas de 12 % de DDGS mostraban ganancias de peso menor que los de las dietas basadas en maíz-soya, concluyendo que es recomendable utilizar niveles hasta el 10% debido a que es el nivel donde los cerdos muestran mayor rendimiento en cuanto a ganancia de peso diaria. Por el contrario, Woerman (2007), concluyo que a los cerdos se les puede otorgar niveles de 15% ya que la diferencia de ganancia diaria de peso fue mínima entre los cerdos que consumieron DDGS y los que no lo consumieron.

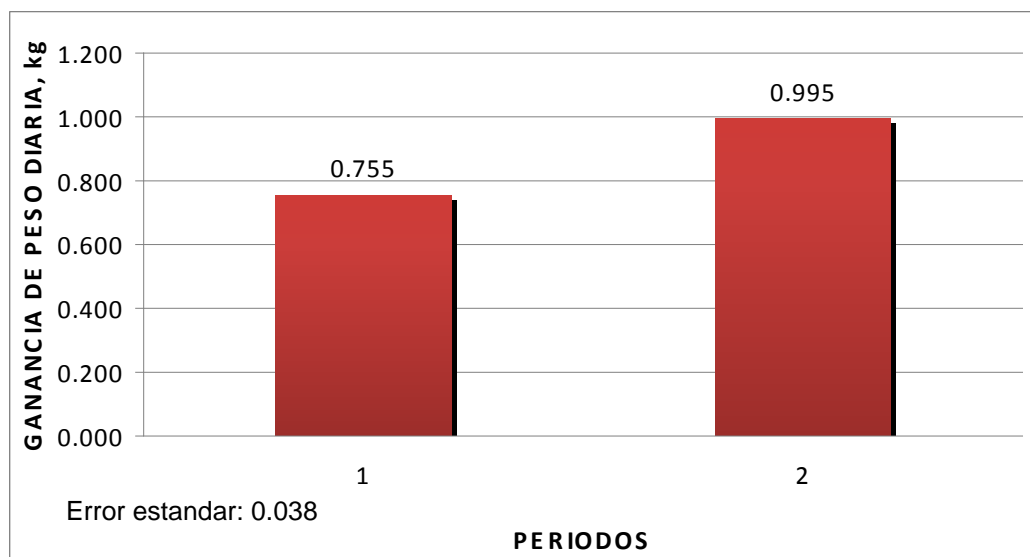
CUADRO XIII. MEDIAS CUADRADAS AJUSTADAS Y ERROR ESTANDAR UTILIZANDO EL CUADRADO MEDIO DE TIPO III PARA LA VARIABLE GANANCIA DE PESO DIARIA DE ANIMALES DENTRO DE TRATAMIENTO EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO

TRATAMIENTOS	GANANCIA DE PESO DIARIA (Kg/d)
T1	0.910 ± 0.056 ^a
T2	0.898 ± 0.056 ^a
T3	0.877 ± 0.056 ^a
T4	0.883 ± 0.056 ^a
T5	0.807 ± 0.056 ^a

Medias con la misma letra no son significativas (P>0.05)

Los periodos constan de espacios de 15 días, en donde los resultados del primer periodo fueron inferiores a los del segundo periodo (Figura II). Se puede observar que el segundo periodo sobrepasa al primer periodo en un 24 %, lo que nos puede indicar que los cerdos estuvieron sometidos a un periodo de adaptación al alimento en los primeros 15 días, ya que es recomendable proporcionar inicialmente niveles bajos de DDGS e ir incrementando gradualmente hasta niveles más elevados y deseables de acuerdo al período de la fase productiva (Shurson et. al. 2007), esto explica el descenso de la ganancia de peso diaria en niveles mas elevados de DDGS en las raciones utilizadas.

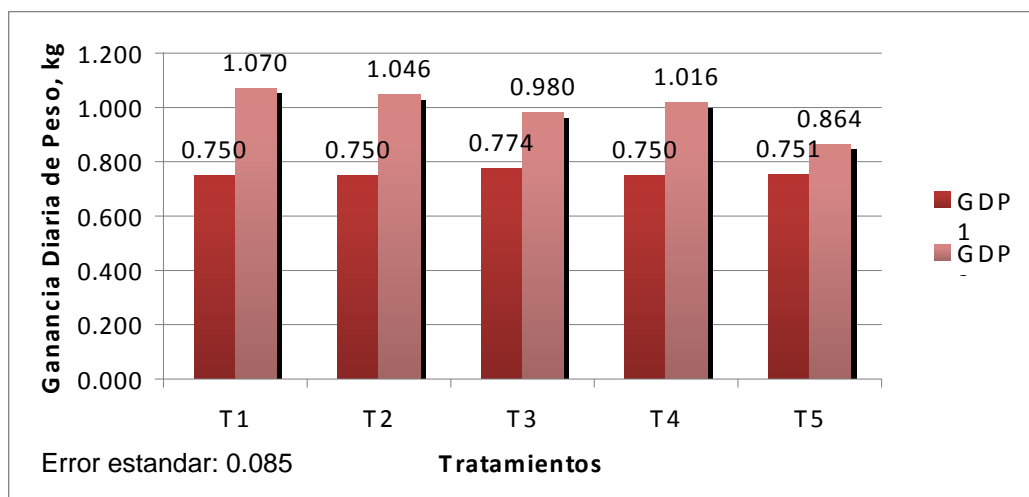
FIGURA II. MEDIAS CUADRADAS AJUSTADAS Y ERROR ESTANDAR DE GANANCIA DE PESO POR PERIODO EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO



Periodos constan de espacio de 15 días.

En el análisis realizado para comparar la diferencias de la ganancia de pesos entre tratamientos por periodos, se encontró que el tratamiento que mostró mayor ganancia de peso en el primer periodo fue el tratamiento tres y en el segundo periodo el tratamiento testigo. En cuanto a los periodos en cada tratamiento se puede observar una diferencia de 30% por debajo del segundo periodo en el tratamiento testigo o tratamiento uno, de igual forma el primer periodo en el tratamiento testigo o tratamiento uno, de igual forma el primer periodo en el tratamiento dos muestra un descenso de 28%, seguido del tratamiento tres con una diferencia de 21% y por ultimo los tratamientos cuatro y cinco con 26 y 13 % de diferencia respectivamente (Figura III).

FIGURA III. MEDIAS CUADRADAS AJUSTADAS Y ERROR ESTANDAR DE GANANCIA DE PESO DIARIA ENTRE TRATAMIENTOS POR PERIODO EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO



Periodos constan de espacio de 15 días.

GDP 1: Ganancia diaria de peso en los primeros 15 días de la etapa de crecimiento

GDP 2: Ganancia diaria de peso en los últimos 15 días de la etapa de crecimiento

4.2.2. Ganancia de peso diaria en los cerdos en etapa de engorde

Los resultados del análisis para la etapa de engorde indican que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) en los animales dentro de tratamientos, sin embargo no se mostró diferencias significativas entre los tratamientos y entre los periodos, al igual que en la interacción de tratamientos por periodo ($P > 0.05$). Por otro lado el coeficiente de variación se encuentra dentro de los parámetros estipulados, lo que indica que al finalizar la etapa de engorde las ganancias de pesos obtenidas fueron bastante homogéneas (Cuadro XIV).

CUADRO XIV. ANÁLISIS DE VARIANZA UTILIZANDO EL CUADRADO MEDIO TIPO III PARA LOS DATOS DE GANANCIA DE PESO DIARIA DE LOS CERDOS EN ETAPA DE ENGORDE

Variables de respuesta	Grados de libertad	Suma de cuadrado tipo III	Cuadrado medio	Valor de Fisher calculado
Tratamiento	4	0.201	0.050	4.77 ^{ns}
Animales (Tratamiento)	20	0.457	0.023	2.18
Periodos	1	0.002	0.002	0.20 ^{ns}
Tratamientos*Periodos	4	0.162	0.040	3.85 ^{**}
Error	20	0.210	0.011	
Total corregido	49	1.032		

Coeficiente de Variación: 10.40%

Término de error para efecto de Tratamiento es Animales (Tratamiento)

** $P < 0.05$

^{ns} = diferencia no significativa

Al comparar los datos se puede concluir que no existe diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los tratamientos y que los tratamientos que tenían incluido DDGS en la dieta (5, 10, 15, 20%) no mostraban diferencia significativa con el tratamiento testigo (ver cuadro XV), sin embargo se pudo notar que en esta etapa las ganancias de peso de los tratamientos con DDGS sobrepasaron al testigo, donde el tratamiento dos resultó tener la mejor ganancia de peso diaria

superando en un 15% al testigo, de la misma manera le sigue el tratamiento cuatro con un 13%, luego el tratamiento tres con un 5% y por ultimo el tratamiento cinco con un 3%. De igual forma, Whitney et. al. 2006, corroboran esta información al llevar a cabo un experimento para determinar los efectos de dietas que contenían 0, 10, 20 ó 30% de DDGS sobre el desempeño del crecimiento. Los cerdos alimentados con las dietas que contenían 10% de DDGS crecieron a la misma tasa, consumieron la misma cantidad de alimento que los cerdos alimentados con las dietas control de maíz – harina de soya. La administración de dietas que contenían 20% y 30% de DDGS resultó en una reducción de la tasa de crecimiento.

CUADRO XV: MEDIAS CUADRADAS AJUSTADAS Y ERROR ESTANDAR PARA LA GANANCIA DE PESO DIARIA POR TRATAMIENTO EN LA ETAPA DE ENGORDE

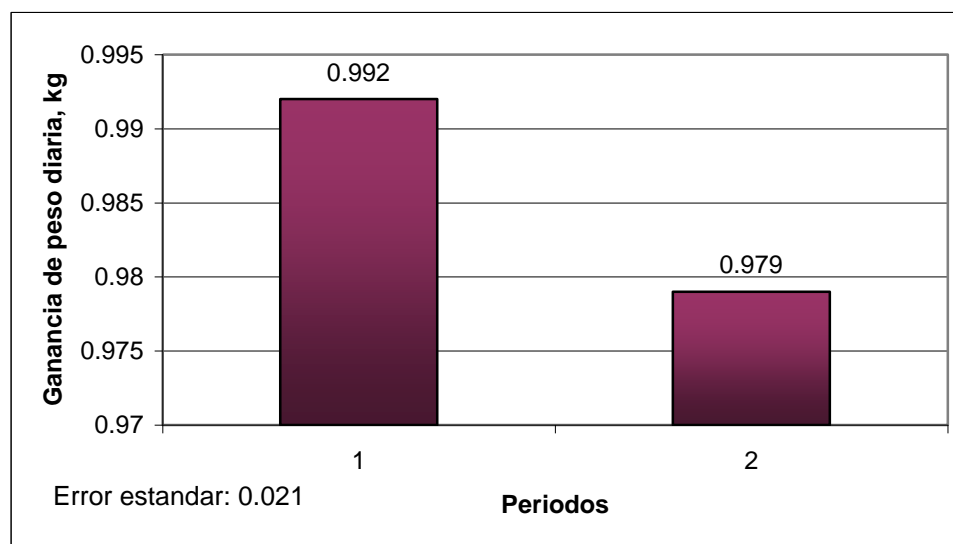
TRATAMIENTO	GANANCIA DE PESO DIARIA (kg/d)
T1	0.907 ± 0.048 ^a
T2	1.071 ± 0.048 ^a
T3	0.961 ± 0.048 ^a
T4	1.049 ± 0.048 ^a
T5	0.941 ± 0.048 ^a

Medias con igual letra no existe diferencia significativa (P>0.05)

Los periodos tuvieron una duracion de 15 dias (Figura IV), los resultados del analisis realizado señala ninguna diferencia significativa entre los periodos (P>0.05), no obstante el periodo que presento mayor ganancia de peso fue el tercer periodo (45 días) de iniciado el estudio sobrepasando ligeramente al

cuarto periodo en 1%. Al observar los resultados se puede concluir que en el segundo periodo hubo un pequeño descenso en la ganancia de peso de los cerdos, esto se puede deber a que existe un periodo en el cual el crecimiento se acelera. Luego, según Easter (2006) citado por Campabadal (2001), a un punto correspondiente a un tercio de su peso maduro adulto, la tasa de ganancia diaria empieza a declinar. Este es el punto llamado “inflexion” y es importante, pues es el tiempo en que la composición del crecimiento empieza a cambiar de un tejido predominantemente magro a grasoso. Esta es la razón que explica por que al principio de la vida del cerdo este es muy eficiente y conforme se acerca a su peso adulto, el crecimiento de tejido graso se vuelve predominante.

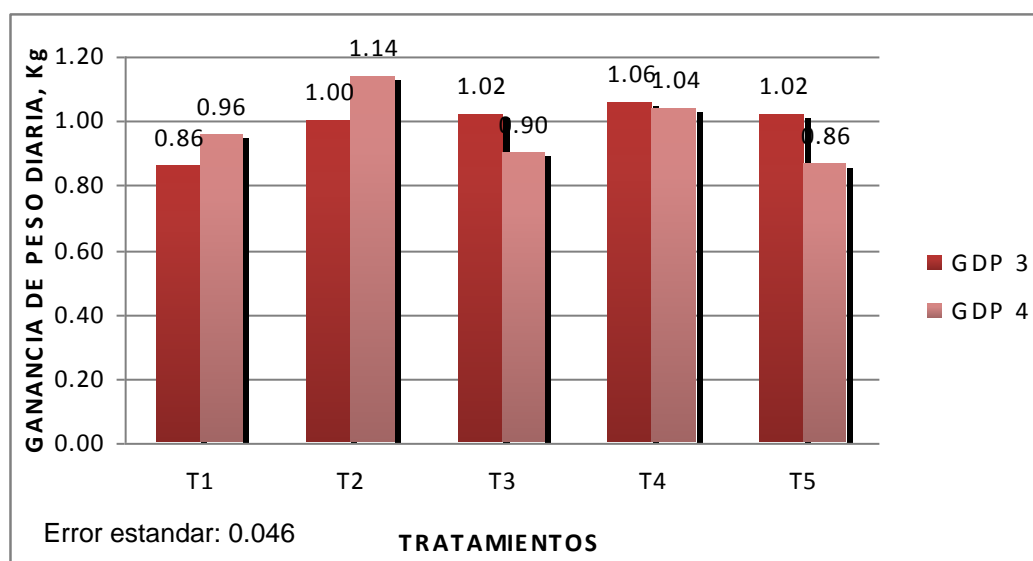
FIGURA IV. MEDIAS CUADRADAS AJUSTADAS Y ERROR ESTANDAR PARA LA GANANCIA DE PESO DIARIA POR PERIODO EN LA ETAPA DE ENGORDE



Los periodos constan de espacios de 15 días

Los resultados del análisis para comparar la diferencia de la ganancia de peso entre los periodos por cada tratamiento (Figura V). Se puede observar que en el tratamiento testigo y dos se dio un aumento de peso en el cuarto periodo que corresponde 10 y 12 % mayor que el tercer periodo respectivamente. Por otro lado, también se pudo observar que los tratamientos tres, cuatro y cinco mostraron un descenso de 12, 2 y 15 % en el cuarto periodo, esto se puede deber a que los tratamientos de 10, 15 y 20% de DDGS poseen mayor cantidad de fibra disminuyendo el consumo y estimulando la velocidad de pasaje por el tracto gastrointestinal disminuyendo la digestibilidad de los nutrientes (Campabadal, 2001), esto trae como resultado un reducción de la ganancia diaria de peso a medida que el animal alcanza su edad adulta.

FIGURA V. MEDIAS CUADRADAS AJUSTADAS Y ERROR ESTANDAR PARA LA GANANCIA DE PESO DIARIA ENTRE LOS PERIODOS POR TRATAMIENTOS EN LA ETAPA DE ENGORDE



4.2.3. Ganancia de peso final de los cerdos en etapa de crecimiento y engorde

El análisis de varianza mostro que no hubo diferencia significativa ($P>0.05$) entre los pesos de los animales al iniciar el periodo de prueba, en lo que podemos concluir que los pesos de los animales al inicio del periodo experimental fueron similares lo que nos facilito determinar con mayor exactitud las variables de respuesta planteadas durante el proyecto, tambien mostro que la ganancia de peso obtenida durante las dos etapas de crecimiento y ceba no mostraron diferencia significativas entre los tratamientos ($P>0.05$), lo que nos demuestra que los animales ganaron peso de manera equitativa al culminar la investigacion. El coeficiente de variacion para esta prueba nos muestra que al finalizar el periodo de investigacion los pesos obtenidos fueron bastante parecidos, es decir que no existia variacion entre los animales ya que el coeficiente de variacion se encontraba dentro de los parametros estipulados (Cuadro XVI).

CUADRO XVI. ANALISIS DE VARIANZA UTILIZANDO EL CUADRADO MEDIO TIPO III PARA LOS DATOS DE GANANCIA DE PESO DE LOS CERDOS EN ETAPA DE CRECIMIENTO Y ENGORDE.

Variables de respuesta	Grados de libertad	Suma de cuadrado tipo III	Cuadrado medio	Valor de Fisher calculado
Peso Inicial	1	119.116	119.116	3.94 ^{ns}
Tratamiento	4	153.486	38.371	1.27 ^{ns}
Error	19	574.669	30.246	
Total corregido	24	829.152		

Coeficiente de Variación: 9.77

^{ns} = diferencia no significativa

Entre los tratamientos, se puede observar que las ganancias de pesos finales fueron no mostraron una diferencia significativa con respecto al grupo testigo ($P > 0.05$), cabe mencionar que estas ganancias de peso en todos los tratamientos fueron muy buenas (ver cuadro XVII), sin embargo, el tratamiento que mostro una mayor ganancia de peso al finalizar ambas etapas fue el tratamiento dos (5%DDGS) seguido del tratamiento cuatro (15%DDGS) donde mostro un valores superiores de 2 y 4 % respectivamente sobre el tratamiento testigo, sin embargo los tratamientos tres y cinco se mostraron inferiores en un 3 y 8 % respectivamente. En los resultados obtenidos en esta investigación se observo que niveles elevados de DDGS pueden disminuir la ganancia de peso diaria, por otro lado, DeDecker et. al. (2005) citado por USGC (2008), asegura que la inclusión de altos niveles de DDGS no afectan a la ganancia de peso, ni al consumo diario de alimento ya que realizaron una investigación donde se utilizo diferentes tratamientos de DDGS (0, 10, 20, 30 %) y explico que los niveles de 20 y 30% no afecto la tasa de crecimiento de los cerdos.

Sin embargo, Campabadal (2001), respalda los resultados de la investigación explicando que la utilización de un nivel alto es un error, pues por su alto contenido de fibra estos productos estimulan la velocidad de pasaje de nutrimentos a través del aparato gastrointestinal, disminuyendo la digestibilidad de los mismo, esta es una de las razones por que Shurson et. al. (2004) recomienda la inclusión mínima de un 20% en las dietas porcinas.

CUADRO XVII: MEDIA CUADRADA CALCULADA Y ERROR ESTANDAR PARA LA GANANCIA DE PESO FINAL EN LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO Y ENGORDE POR TRATAMIENTO.

TRATAMIENTO	GANANCIA DE PESO FINAL (kg)
T1	57.047 ± 2.459 ^a
T2	59.275 ± 2.462 ^a
T3	55.042 ± 2.460 ^a
T4	57.997 ± 2.459 ^a
T5	52.179 ± 2.463 ^a

Medias con igual letra no difieren significativamente (P>0.05)

4.3. Conversión alimenticia

Los factores de la nutrición de estrecha relación con el crecimiento de los cerdos y de gran importancia económica de la empresa son: la cantidad de alimento consumido en la relación con el peso vivo y los kilogramos requeridos por kilogramo de peso ganado en función del peso corporal (Monge, 1998). La relación kilogramos de alimento por kilogramos de aumento de peso (conversión) es de suma importancia económica; se busca que el cerdo gane la mayor cantidad de peso con la menor cantidad de alimento posible. Este rubro representa aproximadamente entre el 60% y 85% de los costos de producción.

4.3.1. Conversión alimenticia de los cerdos en etapa de crecimiento

En el análisis de varianza realizado para la conversión alimenticia de cerdos en crecimiento se pudo observar que hubo diferencias significativas (P<0.05) entre los tratamientos y entre los periodos (ver cuadro XVIII), sin embargo los resultados de tratamiento por periodo no mostraron diferencias significativas (P>0.05). El coeficiente de variación para esta prueba nos indica que las

conversiones alimenticias obtenidas al culminar la etapa de crecimiento fueron similares y se encontraban dentro de los parámetros.

CUADRO XVIII: ANÁLISIS DE VARIANZA UTILIZANDO EL CUADRADO MEDIO TIPO III PARA LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE LOS CERDOS EN ETAPA DE CRECIMIENTO

Variables de respuesta	Grados de libertad	Suma de cuadrado tipo III	Cuadrado medio	Valor de Fisher calculado
Tratamiento	4	2.012	0.503	2.79**
Día (tratamiento)	70	13.550	0.194	1.07
Periodos	1	6.737	6.737	37.31**
Tratamientos*Periodos	4	1.413	0.353	1.96 ^{ns}
Error	70	12.640	0.181	
Total corregido	149	36.353		

Coefficiente de Variación: 15.45%

Término de error para efecto de Tratamiento es día(Tratamiento)

** P<0.01

^{ns} = diferencia no significativa

El análisis entre los tratamientos en la etapa de crecimiento para la conversión alimenticia muestra que el tratamiento que mostró mejor conversión alimenticia fue el tratamiento testigo (Cuadro XIX), sin embargo los mejores tratamientos con DDGS incluido en la ración que mostraron mejor conversión fueron el tratamiento cuatro y el cinco con un aumento de 9%, los cuales no mostraron diferencia significativa con respecto al testigo ($P>0.05$). El tratamiento tres, al igual que el tratamiento cuatro y cinco no mostró diferencia significativa con respecto al testigo, observando un aumento 10.7%. Al contrario del tratamiento dos que si mostró diferencia significativa de un 11% con respecto al grupo testigo ($P<0.05$). Los resultados nos indican que las mejores conversiones alimenticias se dieron en las raciones que contenían 15 y 20 % de DDGS, las cuales son aceptables, sin embargo las conversiones de los tratamientos con 5 y

10% de DDGS también son resultados positivos ya que, según Campabadal (2001), la conversión alimenticia aceptable para cerdos en crecimiento en Centroamérica es de 2.75 a 3.00. Al contrario de los resultados obtenidos en nuestra investigación, Whitney et. al. (2006), mostró que al utilizar 20 % DDGS en la dieta, la conversión alimenticia no difería significativamente en comparación de dietas de maíz – soya utilizadas como testigo.

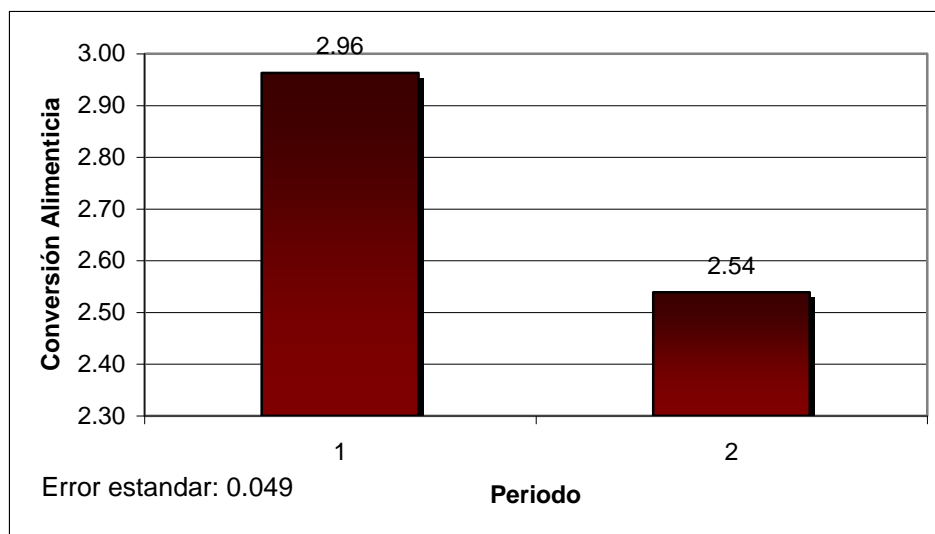
CUADRO XIX. MEDIAS CUADRADAS AJUSTADAS Y DESVIACIÓN ESTANDAR PARA LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE LOS CERDOS EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO

TRATAMIENTO	CONVERSIÓN ALIMENTICIA
T1	2.526 ±0.080 ^b
T2	2.846 ±0.080 ^a
T3	2.829 ±0.080 ^{ab}
T4	2.775 ±0.080 ^{ab}
T5	2.779 ±0.080 ^{ab}

Medias con letras iguales no difieren significativamente (P>0.05)

Se pudo observar que el análisis entre periodos resulto ser significativo (P<0.05) (Figura VI), teniendo como conclusión que en el periodo dos (30 días) se obtuvo la mejor conversión alimenticia, el cual mostró una mejoría de 14% sobre el periodo uno. La mejor conversión alimenticia fue a los 30 días de iniciado la investigación, sin embargo, Woerman (2007) en una investigación realizada pudo observar que la conversión vario de acuerdo al periodo de alimentación y concluyo que a los 18 días del estudio hubo una mejor conversión alimenticia cuando alimento a los cerdos con 10 y 15 % de DDGS.

FIGURA VI. MEDIAS CUADRADAS AJUSTADAS Y ERROR ESTANDAR PARA LA CONVERSION ALIMENTICIA ENTRE TRATAMIENTOS POR PERIODOS EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO

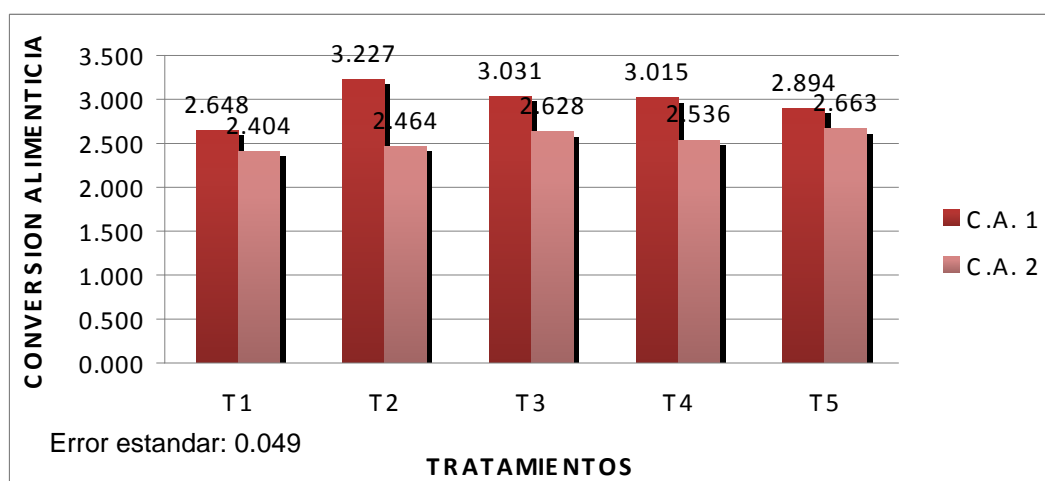


Periodos constan de espacios de 15 días

En el siguiente análisis de conversión alimenticia se evaluó la interacción de los periodos por cada tratamiento (Figura VII), donde se observó una mejoría en la conversión alimenticia en el segundo periodo en todos los tratamientos. En el tratamiento testigo, dos, tres, cuatro y cinco se mostró una diferencia con respecto al periodo uno de 9, 24, 13, 16 y 8 % respectivamente, lo que demuestra nuevamente que hay un punto donde los cerdos son más eficientes. También se puede observar que a medida que aumenta los niveles de DDGS por tratamiento, la relación kilogramos de alimento por kilogramos de aumento de peso va en ascenso, iguales resultados obtuvieron ADM a alianza nutrición (2008), cuando realizaron una investigación utilizando niveles de DDGS de 0,3,6,12,24%, donde obtuvo mejores resultados cuando los cerdos fueron alimentados hasta con 6% de DDGS en crecimiento y engorde, cuyo resultado

fue similar a las conversiones alimenticias de los cerdos que no fueron alimentados con DDGS, esto demuestra lo mencionado anteriormente, estos subproductos poseen alta cantidad de rellenos fibrosos que aceleran el pasaje de alimento a través del tracto gastrointestinal, disminuyen la digestibilidad de nutrimentos y afectan la conversión alimenticia (Campabadal, 2001).

FIGURA VII. MEDIAS CALCULADAS AJUSTADAS Y ERROR ESTANDAR PARA DETERMINAR LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE LA INTERACCIÓN TRATAMIENTOS POR PERIODO EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO



Los periodos constan de espacio de 15 días
 C.A.1: conversión alimenticia en los primeros 15 días.
 C.A.2: conversión alimenticia en los últimos 15 días.

4.3.2. Conversión alimenticia para los cerdos en etapa de engorde.

El análisis de varianza muestra que existe diferencias significativas ($P < 0.05$) en todas las variables de respuesta utilizadas, lo que nos muestra que al culminar la etapa de desarrollo las conversiones alimenticias diferían entre tratamientos y periodos. Mientras que el coeficiente de variación indica estar dentro de los parámetros estipulados (cuadro XX).

CUADRO XX. ANALISIS DE VARIANZA UTILIZANDO EL CUADRADO MEDIO TIPO III PARA LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA EN LA ETAPA DE ENGORDE

Variables de respuesta	Grados de libertad	Suma de cuadrado tipo III	Cuadrado medio	Valor de Fisher calculado
Tratamiento	4	5.188	1.297	270.98**
Animales (tratam)	70	0.496	0.007	1.48
Periodos	1	1.458	1.458	304.68**
Tratamientos*Periodos	4	4.801	1.200	250.79**
Error	70	0.335	0.005	
Total corregido	149	12.279		

Coeficiente de Variación: 2.29%

Término de error para efecto de Tratamiento es días (Tratamiento)

** P<0.01

Entre tratamientos se pudo observar que el que obtuvo una mejor conversión alimenticia en el periodo de engorde fue el tratamiento dos con una diferencia de 15% mostrando una diferencia significativa con respecto al grupo testigo, el cual a su vez no muestra diferencia significativa con el tratamiento cuatro, mostrando una diferencia de 14% en comparación al tratamiento testigo. Por otro lado, los tratamientos tres y cinco no mostraron una mejor conversión alimenticia en comparación con los demás tratamientos, con los cuales difiere significativamente, sin embargo mostró mejor conversión que el grupo testigo mostrando una diferencia de 5 y 6% respectivamente, con el cual también mostraba diferencia significativa (Cuadro XXI).

Se puede observar que todos los tratamientos que tenían incluido DDGS en la ración diferían con el tratamiento testigo o T1 en cuanto a la conversión alimenticia en etapa de engorde, sin embargo ADM alianza nutrición (2008), nos muestra en uno de sus experimentos que los cerdos alimentados con 3 y 6% de

DDGS no diferían en conversión alimenticia con los cerdos que no tenían DDGS en la ración, por el contrario al utilizar niveles mas elevados mostró una diferencia. Por otro lado USGC (2008), nos comenta que Cook et. al. (2004) realizo una investigación en cerdos en terminación y obtuvo como resultado que las raciones de 0 a 30% de DDGS no presentaban diferencia en la conversión alimenticia. Whitney et al. 2001 difiere con esto ya que en su investigación los resultados obtenidos mostraron que los tratamientos de 0, 10 y 20% de DDGS no diferían entre ellos en conversión alimenticia, pero el tratamiento con 30% si mostraba una diferencia significativa en comparación con los otros niveles de inclusión de DDGS.

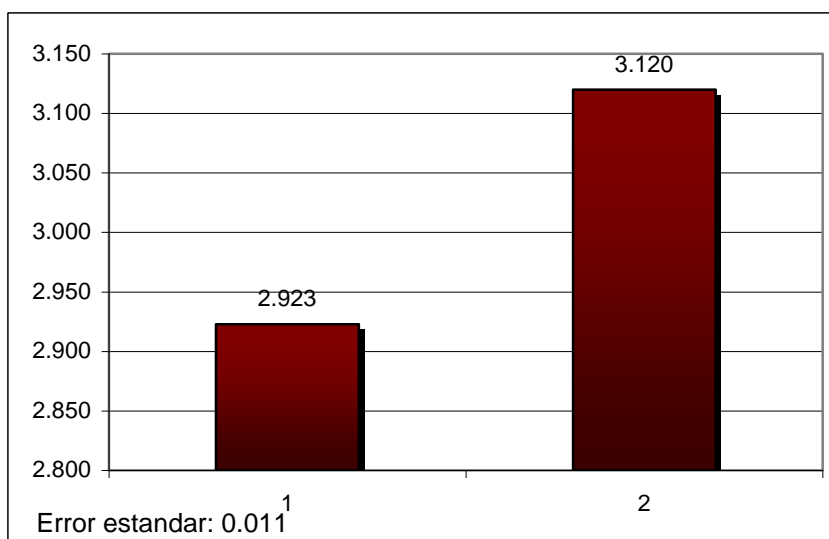
CUADRO XXI. MEDIAS CUADRADAS AJUSTADAS Y ERROR ESTANDAR PARA LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA ENTRE LOS TRATAMIENTOS EN LA ETAPA DE ENGORDE

TRATAMIENTOS	CONVERSIÓN ALIMENTICIA
T1	3.286 ±0.015 ^a
T2	2.784 ±0.015 ^c
T3	3.110 ± 0.015 ^b
T4	2.837 ± 0.015 ^c
T5	3.090 ± 0.015 ^b

Medias con letras iguales no son diferentes significativamente (P>0.05)

Entre los periodos resulto ser significativo (P<0.05). Se pudo observar que la mejor conversion se presento en tecer periodo (45 dias) con una diferencia de 6% con respecto al cuarto periodo (Figura VIII). Estos resultados pueden demostrar que al cerdo al llegar a su edad adulta, el proceso de crecimiento de tejido muscular es lento e incluso llega a declinar, esta es la epoca en que se acumulan facilmente las grasas (Monge,1998).

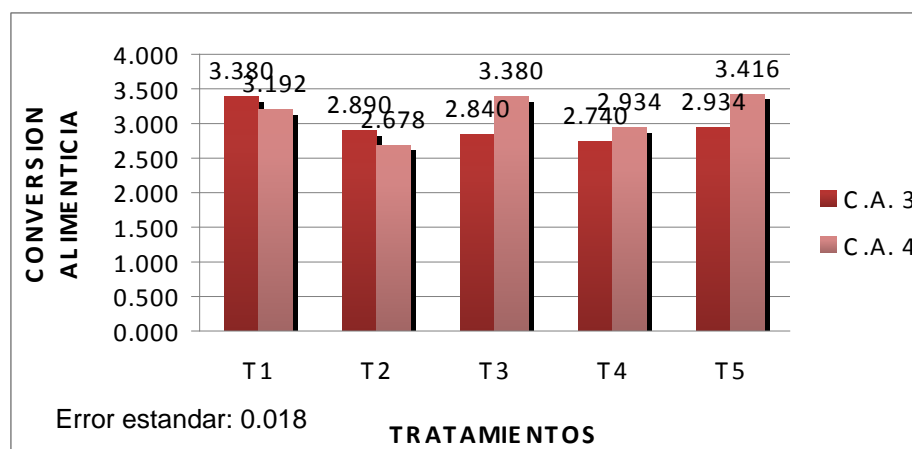
FIGURA VIII . MEDIAS CUADRADAS AJUSTADAS Y ERROR ESTANDAR PARA LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA POR PERIODO EN LA ETAPA DE ENGORDE



Los periodos constan de espacios de 15 días

En la interacción de tratamientos por periodo se pudo observar que en el primer y segunda tratamiento la conversión alimenticia de los cerdos resulto ser mas eficiente en el cuarto periodo con una diferencia de apenas 6 y 7 %. Sin embargo los tratamientos tres, cuatro y cinco muestran mayor eficiencia en el tercer periodo con una diferencia de 9, 7 y 19%, demostrando que niveles altos de DDGS en la racion afecta en algunas ocaciones la conversión alimenticia de los cerdos (Figura IX).

FIGURA IX. MEDIAS CUADRADAS AJUSTADAS PARA LA CONVERSIÓN ALIMENTICIAS ENTRE TRATAMIENTOS POR PERIODOS EN LA ETAPA DE ENGORDE



Los periodos constan de espacio de 15 días

C.A.1: conversión alimenticia en los primeros 15 días.

C.A.2: conversión alimenticia en los últimos 15 días.

4.4. Analisis economico

Para ambos tratamientos se realizo un presupuest basado en los costos de cada uno de las raciones utilizadas con DDGS y los costos de la racion sin el DDGS incluido, como se muestra en el cuadro XXII.

Cuadro XXII: COSTO DE LOS INGREDIENTES PARA RACIONES DE LOS CERDOS EN CRECIMIENTO Y CEBA

INGREDIENTE	CANTIDAD (Kg)	VALOR(B/.)
MAIZ	45.36	16.5
SOYA	45.36	24.5
DDGS	45.36	16.00
GRASA	181.44	108.00
CAL	45.36	3.75
PECUTRIN	20	38.00
LISINA	25	65.00
SAL	45.36	6.90
PREMIX	25	36.00
COLINA	25	55.00
METIONINA	25	140.00
CAPTURADOR DE AFLATOXINAS	25	25.00

FUENTE: Seccion porcina (F.C.A.)

4.4.1. Costos en la etapa de crecimiento

Todas las raciones se prepararon a base de 45.36 kg, donde se puede observar que para el tratamiento testigo le correspondió un costo de B/. 19.68 (cuadro XXIII). Seguido, se puede observar que para el T2 que contenía un 5% de DDGS, la ración para 45.35 kg tenía un costo de B/.19. 46 mostrando una diferencia con respecto al grupo testigo de 0.22 centavos. Luego los tratamientos tres cuatro y cinco con diferencia de 0.45, 0.65 y 0.92 respectivamente, lo que muestra que a medida que se va incluyendo niveles elevados de DDGS a las raciones va disminuyendo el precio, sin embargo según los resultados obtenidos a lo largo del periodo experimental se muestra que el nivel recomendado a utilizar es el de 5 % de DDGS, el cual no muestra mucha diferencia con la ración a base de maíz – soya.

CUADRO XXIII. COSTO DE LOS INGREDIENTES UTILIZADOS EN LAS RACIONES DE CERDOS DE CRECIMIENTO PARA TODOS LOS TRATAMIENTOS

INGREDIENTES	T1 (0%DDGS)		T2 (5%DDGS)		T3 (10%DDGS)		T4 (15%DDGS)		T5 (20%DDGS)	
	Cantidades kg	Precio B/.	Cantidades kg	Precio B/.	Cantidades Kg	Precio B/.	Cantidades kg	Precio B/.	Cantidades kg	Precio B/.
Maíz importado	30.78	11.19	29.62	10.78	28.46	10.35	27.31	9.93	26.15	9.47
Harina de soya	11.23	6.07	10.12	5.46	8.99	4.86	7.89	4.26	6.76	3.65
DDGS	-	-	2.27	0.80	4.54	1.60	6.80	2.40	9.07	3.20
Grasa animal	1.81	1.08	1.81	1.08	1.81	1.08	1.81	1.08	1.81	1.08
CaCO3	0.66	0.05	0.67	0.05	0.68	0.06	0.69	0.06	0.70	0.06
Pecutrin	0.37	0.70	0.34	0.64	0.32	0.60	0.29	0.56	0.27	0.52
Lisina	0.16	0.02	0.16	0.02	0.16	0.02	0.16	0.02	0.16	0.02
Sal	0.05	0.13	0.08	0.20	0.09	0.24	0.11	0.30	0.14	0.35
Premix	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15
Cloruro de colina	0.07	0.14	0.07	0.14	0.07	0.14	0.07	0.14	0.07	0.14
Metionina	0.01	0.04	0.01	0.03	0.00	0.02	0.00	0.02	0.002	0.01
Capturador de aflatoxinas	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Total	45.35	19.68	45.35	19.46	45.35	19.23	45.36	19.03	45.35	18.76

En el cuadro XXIV se puede observar como disminuye los precios y los kilogramos de concentrado a medida que se va aumentando los niveles de DDGS las raciones.

CUADRO XXIV. COSTO TOTAL DE ALIMENTOS CONCENTRADOS POR TRATAMIENTO EN FASE DE CRECIMIENTO

Tratamientos	Consumo kg	Precio / kg	Precio total B/.
T1	374.67	0.43	162.56
T2	374.67	0.43	160.74
T3	369.23	0.43	156.53
T4	362.88	0.42	152.24
T5	335.66	0.41	138.82
TOTAL			770.89

4.4.2. Costos en la etapa de engorde

De igual manera, se puede observar en el cuadro XXV el costo total de los concentrados, donde se tomo en cuenta el consumo de los cerdos por tratamiento, concluyendo que igual que en la etapa de crecimiento a medida que se aumenta el DDGS en la racion disminuye los precios.

CUADRO XXV: COSTO TOTAL DE ALIMENTOS CONCENTRADOS POR TRATAMIENTO EN LA ETAPA DE ENGORDE

Tratamientos	Consumo kg	Precio / kg	Precio total B./
T1	446.34	0.42	188.24
T2	446.34	0.42	186.57
T3	446.34	0.43	184.30
T4	446.34	0.42	182.14
T5	431.82	0.41	174.12
Total			915.37

Las raciones se prepararon a base de 45.36 kg, donde se observó que el tratamiento testigo posee un precio de 19.13, sin embargo los precios iban disminuyendo a medida que se agregaba DDGS a la ración (cuadro XXVI). Los tratamientos con niveles de 5, 10, 15, 20 % mostraron diferencia de 0.17, 0.40, 0.62 y 1.06 centavos respectivamente. Al igual que la etapa de crecimiento, los precios más económicos se dieron al aumentar el DDGS en la ración, sin embargo ya se ha mencionado que no es recomendable agregar más del 20% en las raciones ya que aumenta la acumulación de grasa en las canales y afecta a la digestibilidad de los nutrientes.

CUADRO XXVI. COSTO DE LOS INGREDIENTES UTILIZADOS EN LAS RACIONES DE CERDOS EN ENGORDE PARA TODOS LOS TRATAMIENTOS

INGREDIENTES	T1 (0%DDGS)		T2 (5%DDGS)		T3 (10%DDGS)		T4 (15%DDGS)		T5 (20%DDGS)	
	Cantidades kg	Precio B/.	Cantidades kg	Precio B/.	Cantidades Kg	Precio B/.	Cantidades kg	Precio B/.	Cantidades kg	Precio B/.
Maíz importado	32.75	11.91	31.60	11.49	30.45	11.07	29.28	10.65	28.12	10.23
Harina de soya	9.09	4.91	7.95	4.29	6.84	3.70	5.72	3.09	4.60	2.48
DDGS	-	-	2.27	0.80	4.54	1.60	6.80	2.40	9.07	3.20
Grasa animal	2.04	1.21	2.04	1.21	2.04	1.21	2.04	1.21	2.04	1.21
CaCO3	0.71	0.06	0.72	0.06	0.73	0.06	0.75	0.06	0.75	0.06
Pecutrin	0.29	0.56	0.29	0.56	0.25	0.48	0.23	0.43	0.20	0.39
Lisina	0.04	0.11	0.07	0.18	0.09	0.24	0.11	0.30	0.14	0.35
Sal	0.16	0.02	0.16	0.02	0.16	0.02	0.16	0.02	0.16	0.02
Premix	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15
Cloruro de colina	0.05	0.09	0.05	0.09	0.05	0.09	0.05	0.09	0.05	0.09
Capturador de aflatoxinas	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Total	45.35	19.13	45.36	18.96	45.36	18.73	45.36	18.51	45.35	18.29

4.4.3. Analisis economico parcial de las etapas de crecimiento y engorde

En el cuadro XXVII podemos observar los parametros utilizados dentro de la produccion porcina en el periodo experimental.

CUADRO XXVII. PARAMETROS UTILIZADOS EN LA PRODUCCIÓN PORCINA

Numero de cerdos	25
Numero de canales	20
Numero de reproductoras	5
Peso inicial Promedio (lb)	95.72
Peso de las reproductoras promedio (lb)	250
Peso de las canales (lb)	179.17
Precio de compra (B./ lb)	0.90
Impuesto de matanza (B./ lb)	8.50
Precio de las canales (B./ lb)	1.05
Precio de reproductoras (B./ lb)	1.50
Otros costos (%)	20

Podemos concluir que ingreso total y por cada puerco fue bastante bueno ya que a pesar de los elevados precios de los ingredientes se pudo obtener ganancia y sin perdidas. Demostrando que según los resultados se puede utilizar hasta un 15% de DDGS y mantener una buena productividad de los cerdos al igual que cuando se les suministra raciones basadas en maíz – soya. Concluyendo que al agregar 15% de DDGS en las raciones se puede obtener una ganancia B/. 2.82 por cerdo. (Cuadro XXVIII).

CUADRO XXVIII. BENEFICIO BRUTO Y RENTABILIDAD DEL PROYECTO PORCINO POR TRATAMIENTO

VARIABLES	T1 (0%DDGS)		T2 (5%DDGS)		T3 (10%DDGS)		T4 (15%DDGS)		T5 (20%DDGS)	
	Egresos B/.	Ingresos B/.	Egresos B/.	Ingresos B/.	Egresos B/.	Ingresos B/.	Egresos B/.	Ingresos B/.	Egresos B/.	Ingresos B/.
Precio de compra	2153.70		2153.70		2153.70		2153.70		2153.70	
Costo Nutricional	1723.45		1714.64		1685.87		1667.11		1645.54	
Costo de Mercado	170.00		170.00		170.00		170.00		170.00	
Otros Costos	430.86		428.66		421.47		416.78		411.38	
Canales		3937.50		3937.50		3937.50		3937.50		3937.50
Reproductoras		1875.00		1875.00		1875.00		1875.00		1875.00
Total	4478.01	5812.50	4467.00	5812.50	4431.04	5812.50	4407.59	5812.50	4380.62	5812.50
Ingreso Bruto Total		1334.49		1345.50		1381.46		1404.91		1431.88
Ingreso Bruto por cerdo		53.38		53.81		55.26		56.20		57.28

V. CONCLUSIONES

Del presente estudio se derivaron las siguientes conclusiones:

- ✓ Entre las dietas que incluían DDGS en la ración, los mejores resultados en cuanto a ganancia peso diario y final en las dos etapas experimentales de crecimiento y ceba, se dieron en el tratamiento dos cuyo nivel de inclusión dentro de la ración era de 5 % de DDGS.
- ✓ En cuanto a conversión alimenticia, el grupo que contenía DDGS en la ración con mayor eficiencia en la etapa de crecimiento fue el tratamiento cuatro cuyo nivel de inclusión era de 25%, sin embargo en la etapa de engorde, el tratamiento dos con 5% de DDGS mostró ser nuevamente el más eficiente entre todos los tratamientos que contenían este subproducto.
- ✓ A medida que se incluía niveles más altos de DDGS dentro de la ración de los cerdos, los costos iban disminuyendo; sin embargo, a pesar de que el tratamiento con 20% de inclusión de DDGS mostró ser el más económico, esto no indica que sea el más eficiente. Los niveles de inclusión de 5 a 15% fueron los que mostraron mayor eficiencia de utilización por los animales y menores costos.

VI. RECOMENDACIONES

Después de realizada esta investigación podemos recomendar que:

- ✓ Los DDGS mostraron tener muchos beneficios, como una buena ganancia de peso diaria, conversión alimenticia y una buena aceptación para los cerdos, por esto recomendamos la utilización de niveles de DDGS adecuados dentro de la ración, siguiendo indicaciones sobre la restricción de su uso dependiendo en la etapa en que se encuentren los animales.
- ✓ Realizar una investigación donde muestre como afectan los niveles superiores de 20% a la acumulación de la grasa en el cerdo.
- ✓ Es recomendable utilizar capturador de aflatoxinas al utilizar los DDGS, con más razón si estos van a ser almacenados, debido a que si algún maíz que posea micotoxinas es transportado a la planta para someterlo al proceso de fermentación, estas micotoxinas no se destruirán, ni se inactivaran y estarán presentes en los DDGS.
- ✓ Al utilizar el DDGS no solo hay que tomar en cuenta cual es el más económico, si no también la eficiencia que muestre el nivel utilizado dentro de la ración para los cerdos. Por esta razón, es importante conocer cual es el nivel adecuado que aumente el desempeño de los cerdos y que a su vez ayude a aminorar los costos que es un parámetro muy importante para el productor.

VII. REFERENCIAS CITADAS

ADM alianza nutrición 2008. Utilización de los granos secos de destilería con solubles (DDGS) en dietas porcinas. Dakota del sur. E.U. Consultado el 2 de octubre de 2008. Disponible en:

[http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.admani.com/ByProducts/Technical_Info/Swine%2520utilizing%2520Distillers%2520dried%2520grains%2520with%2520solubles%2520DDGS.htm&sa=X&oi=translate&resnum=1&ct=result&prev=/search%3Fq%3DUtilization%2Bof%2BDistillers%2BDried%2BGrains%2Bwith%2BSolubles%2B\(DDGS\)%2Bin%2Bswine%2BDiets%26hl%3Des%26lr%3D%26safe%3Dactive%26sa%3DG](http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.admani.com/ByProducts/Technical_Info/Swine%2520utilizing%2520Distillers%2520dried%2520grains%2520with%2520solubles%2520DDGS.htm&sa=X&oi=translate&resnum=1&ct=result&prev=/search%3Fq%3DUtilization%2Bof%2BDistillers%2BDried%2BGrains%2Bwith%2BSolubles%2B(DDGS)%2Bin%2Bswine%2BDiets%26hl%3Des%26lr%3D%26safe%3Dactive%26sa%3DG)

Blas, G.; Mateos, G. y Rebollar, P. 2007. Madrid, España. Consultado el 6 de noviembre de 2008. Disponible: http://www.engormix.com/ddgs_maiz_s_articulos_1396_BAL.htm

Berlijn, J. Manuales para educación agropecuaria. 1997. Quinta Edición. Editorial trillas. México. Pág.

Bundy, C; Diggins, R. y Christenser, V. 1981. Producción porcina. México. Editorial Continental. Pág. 96, 97.

Campabadal, C. 2001. Alimentación de los cerdos en condiciones tropicales. II edición. México. P 69, 70, 74, 75, 194, 208, 209.

Concellon, A.1980. Porcinocultura 2. 5° Edición. Editorial Aedos. Barcelona, España. Pág. 79, 95

Consejo de granos de Estados Unidos (USGC). 2008. Manual del Usuario de Granos Secos de Destilería con solubles (DDGS). E.U. Consultado el 29 de septiembre de 2008. Disponible en: <http://www.grains.org/galleries/DDGS%20User%20Handbook/DDGS%20HandbookESP.pdf>

Cunha T.J. 1960. Alimentación del cerdo. Editorial Acribia. Zaragoza, España. P 53, 20, 43, 137.

Easter, R.A. y M. Ellis. 2000. Alimentation de cerdos en desarrollo y engorde. San José, Costa Rica. Capítulo 8, p 1 – 10.

Erickson,G.; Miller, P.; Scheideler, S.; Kononoff, P. (2005). Corn Processing Co-Products Manual: A REVIEW OF CURRENT RESEARCH ON DISTILLERS GRAINS AND CORN GLUTEN.Nebraska, E.U. Consultado el 5 de octubre de 2008. Disponible en: http://www.lmic.info/memberspublic/DDG/coproducts_processing.pdf

Esmimger, M. 1970. Producción Porcina. Buenos Aires, Argentina. Editorial el ateneo. Pág. 30

García C. R. 2 002. Producción porcina. México. 9, 90 p.

Gazlambide A.C. 1975. Alimentación de animales en el trópico. Editorial Diana. México. p 83.

General Motors corporation 2007. El poder del Maíz. (En línea). Consultado el 10 de octubre de 2008. Disponible en: http://www.gm.com/experience/education/teachers/pdfs/e85_september_2006/Spanish/Spanish_Ethanol_Student_Activity2.pdf

Hetman, Kelly y bond 1958. Vademécum del productor de cerdos Cría del ganado porcino. Scarborough, C. 1990. México. Editorial Limusa s.a. Pág. 138

Hollis, G. 2002. Granos de destilería con solubles en la alimentación porcina. Illinois, E.U. Consultado el 7 de octubre de 2008. disponible en: <http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.livestocktrail.uiuc.edu/porknet/paperDisplay.cfm%3FContentID%3D385&sa=X&oi=translate&resnum=1&ct=result&prev=/search%3Fq%3DDistillers%2BDried%2BGrains%2Bwith%2BSolubles%2Bin%2Bswine%2BDiets%26hl%3Des%26lr%3D%26safe%3Dactive%26sa%3DG>

Instituto nacional de tecnología agropecuaria. (INTA). (2006) Alimentación de cerdos en engorde para obtener máximo rendimiento de tejido magro. Argentina. Consultado el 3 de octubre de 2008. Disponible en: http://www.inta.gov.ar/PERGAMINO/info/documentos/Alimentacion_cerdos_01.pdf

Iowa Corn Growers Association (ICGA) 2004. Las ventajas de utilizar granos de destilería de maíz desecados con solubles en las raciones para cerdos. (En línea) Iowa, E.U. Consultado el 6 de enero de 2008. Disponible en: http://www.iowacorn.org/forms/CDDG_Swine.pdf

Iowa Corn Growers Association (ICGA) (2004). Preguntas frecuentes acerca de DDGS. (En línea) Iowa, E.U. Consultado El 7 de enero de 2008. Disponible en: http://www.iowacorn.org/ethanol/ethanol_12_esp.html

Fastinger N.D. y Mahan D.C. 2006. Determinación de los aminoácidos y digestibilidad de la energía de granos secos de destilería con solubles (DDGS) utilizando cerdos en fase de crecimiento y finalización. (En línea) Ohio, E.U. Consultado el 7 de enero de 2008. Disponible en: <http://www.ddgs.umn.edu/articles-swine/2006-Fastinger-%20Determination%20of%20the%20ileal-.pdf>

Flores, J.; Agraz, G. 1981. Ganado Porcino. Explotación, Enfermedades e industrialización. 3º Edición. México. Editorial Limusa. Pág. 393, 395

Lewis, A. 1979. Enfermedades del cerdo. México. Editorial continental. (CECSA). 5ª Edición.

Manthei, A. 2007. Producción de bioetanol y biogas a partir del maíz. (En línea). Concepción, Chile. Consultado el 10 de octubre de 2008. Disponible en: http://www.prochile.cl/servicios/medioambiente/ideas_proyecto/biofuels_01BIOETANOL2007.pdf

Mikami, M. 1994. Manual sobre gestión de la alimentación para cerdos. Pág. 92,93.

Monge, J. Producción Porcina.1998. 1º Edición. San José, Costa Rica. Editorial Universidad Estatal a Distancia. Pág. 151, 152,155-157, 182,191.

NRC. 1973. Necesidades nutritivas en cerdos. Editorial hemisferio sur. Buenos aires, Argentina. 1° Edición. Pág. 11-13

Penheiro, M. 1973. Los cerdos. I Edición. Buenos Aires, Argentina. Editorial Hemisferio Sur. Pag 393

Pederson, C., A. Pahl, and H.H. Stein. 2005. Effectiveness of *in vitro* procedures to estimate CP and amino acid digestibility coefficients in dried distillers grain with solubles by growing pigs. Dakota del Sur, E.U. Consultado el 8 de octubre de 2008. Disponible en: [http://www.ddgs.umn.edu/abstracts-swine/2005-Pedersen%20\(157\)%20Effectiveness%20of%20in%20vitro%20procedures--.pdf](http://www.ddgs.umn.edu/abstracts-swine/2005-Pedersen%20(157)%20Effectiveness%20of%20in%20vitro%20procedures--.pdf)

Pettigrew J. 2007. Maíz, entre el etanol y las granjas. (En línea) Buenos Aires, Argentina. Consultado el 3 de enero de 2008. Disponible en: <http://www.biodiesel.com.ar/?p=622>

Rea, J. C., Bates, R., Veum, T. 2000. Alimentos para cerdos. (En línea) Missouri, E.U. Consultado el 3 de marzo de 2008. Disponible en: <http://www.e-campo.com/media/news/nl/ganporcinosenutricion2.htm>

Spiehs, M.J., G.C. Shurson, and M.H. Whitney. 1999. Energy, nitrogen, and phosphorus digestibility of growing and finishing swine diets containing distiller's dried grains with solubles. J.Minnesota, E.U. Consultado el 6 de octubre del 2008. Disponible en: <http://www.ddgs.umn.edu/abstracts-swine/1999-Spiehs-%20Energy%20balance-abstr.pdf>

Shurson, G.; Fraser, S. 2004. 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. Minnesota, E.U. consultado el 8 de octubre de 2008. Disponible en: <http://am.sosland.com/Repository/ml.asp?Ref=V0cvMjAwNC8wNC8wMSNBcjA2NDAw>

Shurson G. 2007. Beneficios y limitaciones de alimentar al porcino con DDGS de maíz. (En línea) Minnesota, E.U. Consultado el 7 de enero de 2008. Disponible en: [http://www.ddgs.umn.edu/international-translations/Spanish\(Shurson%20Oct%202007\)%20suis41.pdf](http://www.ddgs.umn.edu/international-translations/Spanish(Shurson%20Oct%202007)%20suis41.pdf)

Shurson J. 2007. The ethanol Industry, Dried Distiller Grains with Solubles, and their Impact on Pork Industry. (En línea) Minnesota, E.U. Consultado el 7 de enero de 2008. Disponible en: [http://www.ddgs.umn.edu/ppt-swine/2007-Shurson-%20The%20ethanol%20industry%20\(Manitoba\).pdf](http://www.ddgs.umn.edu/ppt-swine/2007-Shurson-%20The%20ethanol%20industry%20(Manitoba).pdf)

Shurson J. y Spiehs M. 2007. Recomendaciones Alimenticias y Ejemplos para cerdos Conteniendo Granos Secos de Destilería con Solubles (DDGS) Producidos en Minnesota – Dakota del Sur. (En línea) Minnesota, E.U. Consultado 3 de enero de 2008. Disponible en: [http://www.ddgs.umn.edu/international-translations/Spanish%20\(Shurson%20and%20Spiehs%202005-Feeding%20Recs.pdf](http://www.ddgs.umn.edu/international-translations/Spanish%20(Shurson%20and%20Spiehs%202005-Feeding%20Recs.pdf).

Stein H.H., M.L. Gibson, C. Pedersen, and M.G. Boersma. 2006. Amino acid and energy digestibility in ten samples of distillers dried grain with solubles fed to growing pigs. Dakota del Sur, EU. Consultado el 6 de octubre de 2008. Disponible en: <http://www.animal-science.org/cgi/content/full/85/5/1168>

Stein, H. 2007. Recomendaciones de la alimentación porcina con DDGS. Illinois, E.U. consultado el 3 de octubre de 2008. Disponible en: <http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.thepigsite.com/articles/3/feed-nutrition-and-water/1875/recommendations-on-feeding-ddgs-to-swine&sa=X&oi=translate&resnum=1&ct=result&prev=/search%3Fq%3Drecomendations%2Bon%2Bfeeding%2Bddgs%2Bto%2Bswine%26hl%3Des%26lr%3D%26safe%3Dactive%26sa%3DG>

Stein H. y de Lange K. 2007. Uso DDGS en alimentación porcina. (En línea) Canadá. Consultado el 5 de enero de 2008. Disponible en: http://www.engormix.com/uso_ddgs_alimentacion_porcina_s_articulos_1670_PO_R.htm

Thaler B. 2002. Uso de Granos secos de destilería con solubles (DDGS) en dietas porcinas. (En línea) Dakota del Sur, E.U. Consultado el 7 de enero de 2008. Disponible en: <http://agbiopubs.sdstate.edu/articles/ExEx2035.pdf>.

Torrallardona, D. 2005. Nuevos requerimientos nutricionales en porcinos. España. Consultado el 6 de octubre de 2008. Disponible: <http://www.irta.es/xarxatem/requerimientos.htm>

Tyler, C. 1964. Nutrición Animal. Editorial hemisferio sur. Montevideo, Uruguay. Pág. 25

Vergagni G. 2006. Granos de Destilería: Sub productos del etanol. (En línea) Argentina. Consultado el 3 de enero de 2008. Disponible en: <http://www.maizar.org.ar/vertext.php?id=231>

Whitney, M.; Spiels, M.; Shurson G. 2006. El uso de los granos secos de destilería con solubles de maíz en dietas para cerdos. (En línea). Minnesota, E.U. Consultado el 27 de octubre de 2008. Disponible en: [http://www.ddgs.umn.edu/international-translations/Spanish%20\(Shurson-Spiels-Whitney%202005\).pdf](http://www.ddgs.umn.edu/international-translations/Spanish%20(Shurson-Spiels-Whitney%202005).pdf)

Whittemore, C.T. y Elsey F.W. 1978. Alimentación practica del cerdo. I Edición. Barcelona, España. P 20.

Weigel, J., Loy, D. y Kilmer, L. 2007. Los subproductos alimenticios derivados del
Proceso de la molienda en seco del maíz: El uso de los granos de destilería desecados. Iowa, E.U. Consultado el 30 de septiembre de 2008. Disponible en: http://www.grains.org/galleries/technical_publications/Spanish_Feed_Co-Products_Final.pdf

Woerman, B. 2007. DDGS Experience on the swine farm. E.U. consultado el 5 de octubre del 2008. Disponible en: <http://www.ethanolmt.org/confdocs/Woerman.pd>

ANEXOS

ANEXO 1. PESAJE DE LOS INGREDIENTES PARA REALIZAR LA PREMEZCLA



ANEXO 2. MEZCLA DE LOS INGREDIENTES PARA LA PREPARACIÓN DE LAS RACIONES



ANEXO 3. CERDOS DEL GRUPO T2 (5% DDGS) AL FINALIZAR EL PERIODO EXPERIMENTAL



ANEXO 4. PESAJE DE LOS CERDOS AL CULMINAR LA ETAPA DE ENGORDE

