

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS VETERINARIAS**



**EFFECTO DE NIVEL DE SUPLEMENTACIÓN DE GRANOS SECOS DE DESTILERÍA
MÁS SOLUBLES EN DIETAS PARA OVINOS.**

TESIS

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRÍA EN CIENCIAS VETERINARIAS**

PRESENTA:

MVZ. CONSTANTINO RAYMUNDO HERNÁNDEZ

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Martín Francisco Montaña Gómez

CO-DIRECTOR DE TESIS

Dr. Jaime Salinas Chavira

ASESORES

Dr. Víctor Manuel González Vizcarra

Dra. Olga Maritza Manríquez Núñez

Dr. Sergio Antonio Soto Navarro

MEXICALI, B. C., MÉXICO

ENERO DE 2014.

Efecto de nivel de suplementación de granos secos de destilería mas solubles en dietas para ovinos Tesis presentada por **Constantino Raymundo Hernández** como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias Veterinarias, que ha sido aprobada por el comité particular indicado:

Dr. Martín Francisco Montaña Gómez
Director Principal

Dr. Jaime Salinas Chavira
Co-Director

Dr. Víctor Manuel González Vizcarra
Asesor

Dra. Olga Maritza Manríquez Núñez
Asesor

Dr. Sergio Antonio Soto Navarro
Asesor

CONTENIDO

LISTA DE TABLAS.....	ii
LISTA DE FIGURAS.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
DEDICATORIAS.....	v
RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	7
INTRODUCCIÓN.....	8
HIPÓTESIS.....	10
OBJETIVO GENERAL.....	11
REVISIÓN DE LITERATURA.....	12
Generalidades.....	12
Producción de bioetanol.....	13
Características fisicoquímicas y valor nutrimental de los DDGS.....	15
Utilización de DDGS en dietas de finalización para bovinos.....	19
DDGS en dietas de crecimiento y finalizado.....	21
MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
CONCLUSIONES.....	44
LITERATURA CITADA.....	45

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional de DDGS y principales granos utilizados en dietas de engorda.....	16
Tabla 2.- Dietas experimentales (BMS).....	36
Tabla 3. Efecto de los tratamientos sobre características de comportamiento productivo en corral.....	38
Tabla 4. Efecto de los tratamientos sobre características de la canal.....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de molienda seca del maíz para la producción de etanol.....	15
---	----

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis, Dr. Martín Francisco Montaña Gómez, por la ayuda y la orientación que me brindó durante el periodo de elaboración de tesis y por su amistad y confianza que hicieron de este trabajo una experiencia de aprendizaje agradable.

A mi comité de tesis, Dra. Olga Maritza Manríquez Núñez, Dr. Víctor Manuel González Vizcarra, Dr. Jaime Salinas Chavira y Dr. Sergio Antonio Soto Navarro por su apoyo durante el periodo de experimento de mi tesis.

Al Instituto de Investigaciones de Ciencias Veterinarias de la Universidad Autónoma de Baja California por permitirme el uso de sus instalaciones.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México por la beca que me otorgaron para poder realizar mi maestría.

A Fundación PRODUCE-Baja California por el apoyo recibido para la realización del proyecto de investigación.

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios, por haberme dado la sabiduría y la fuerza para culminar una etapa más de mis estudios. Con todo mi amor y respeto a mis padres por depositar su confianza en mí, por todos los consejos y el ejemplo que me dieron para ayudarme a salir adelante y por su infinito amor que me brindan a diario que me impulso a superarme y cumplir mis metas. Con gran cariño a mis hermanas por toda la comprensión y el apoyo durante este periodo de mi vida.

RESUMEN

Se utilizaron cuarenta ovinos cruzados con diferentes porcentajes de Pelibuey, Dorper y Katadin (23.44 ± 4 kg PV) alojados en corraletas con comedero lineal y bebedero automático compartido. El periodo experimental duró 72 días con el fin de evaluar el efecto del nivel de suplementación de granos secos de destilería más solubles (DDGS) sobre las características de comportamiento productivo en engorda y las características de la canal. Las dietas se formularon (BMS) en base a maíz amarillo hojueado. El consumo (BMS) de las dietas fue *ad libitum*, asegurando un rechazo diario de al menos el 5% del total ofrecido. Durante toda la prueba se ofreció alimento fresco diariamente en dos porciones iguales a las 07:00 y 15:00 h. Los tratamientos consistieron en 0, 10, 20 y 30% de DDGS en la dieta total. Se realizaron pesajes intermedios los días 15, 30, 45, 60 y 72 del experimento. Los corrales fueron considerados como unidades experimentales. El sobrante de alimento se retiró y peso cada viernes antes de suministrar alimento nuevo. Para el sacrificio los corderos se llevaron a la planta de sacrificio Tipo Inspección Federal (TIF) número 54 en la que se pesaron las canales en caliente y en frío y se tomó la medida de la grasa dorsal. El experimento fue analizado como un Diseño de Bloques Completos al Azar. Los efectos de los tratamientos sobre las medias fueron analizados mediante polinomios ortogonales. No se observaron efectos estadísticamente significativos ($P > 0.05$) sobre CMS, GDP, CA, ganancia total, peso final ni sobre características de la canal. En base a los resultados del presente experimento podemos concluir que los granos secos de destilería más solubles pueden sustituir en niveles de

hasta el 30% al grano de maíz hojueado a vapor en dietas de engorda para ovinos machos enteros, sin afectar adversamente los parámetros de producción en corral de engorda ni las características de la canal.

Palabras Clave: Ovinos, Comportamiento, DDGS, Maíz hojueado, Canal.

ABSTRACT

Forty sheep crossed with different percentages of Pelibuey, Dorper and Katadin (23.44 ± 4 kg PV) were housed in pens with automatic drinker and linear feeder sharing. The experimental period was 72 days in order to assess the effect of the grains dry more soluble (DDGS) supplementation level on the characteristics of productive performance and the carcass characteristics. Diets were formulated (DMS) based on steam flaked corn. Consumption of diets was *ad libitum*, ensuring a daily rejection of at least 5% of the total offered. Throughout the test was offered food fresh daily in two parts equal to 07:00 and 15:00 h. The treatments consisted of 0, 10, 20 and 30% of DDGS in the total diet. Intermediate weighing were the days 15, 30, 45, 60 and 72 of the experiment. The pens were regarded as experimental units. Sacrificial lambs were the plant of sacrifice type inspection Federal (TIF) number 54 in which carcasses were weighed in hot and cold and took the measure of backfat. The experiment was analyzed as a randomized complete block design. The effects of treatments on the stockings were analyzed through orthogonal polynomials. There was no statistically significant effect ($P > 0.05$) on DMI, ADG, Feed efficiency, total gain, final weight or carcass traits. Based on the results of the present experiment may conclude that DDGS can replace in levels of up to 30% to the steam grain corn in diets of feedlots for sheep whole males, without adversely affecting the production parameters of fattening or carcass characteristics.

Key words: Sheep, Feedlot, DDGS, Steam flaked corn.

INTRODUCCIÓN

En la obtención de etanol como biocombustible se utilizan diversos ingredientes ricos en almidón como los cereales, de esta producción se obtienen dos subproductos importantes que son: los solubles condensados de destilería (SCD) que es el líquido eliminado, y los granos secos de destilería (GSD), que son los sólidos residuales o fracción de granos gruesos. Estos dos subproductos se deshidratan y se vende como alimento para ganado, mezclados para comercializarse como granos secos de destilería mas solubles (DDGS por sus siglas en inglés) con 90% de (MS) materia seca (Kaiser, 2006).

La producción de etanol a partir de maíz en los Estados Unidos ha crecido de forma importante, dado que en el periodo que va de 1980 a 2005, se observó una tasa media anual de crecimiento (TMAC) equivalente a 14% y de 2000 a 2005 la producción del biocombustible se incrementó a una TMAC de 21%, al pasar de 1,630 a 4,264 millones de galones. Según datos de U.S. International Trade Association, Estados Unidos superó la producción de Brasil en 37 millones de galones de etanol (equivalente a 0.9% de la producción) en 2005 (SIAP, 2006).

México mantiene un importante vínculo comercial de DDGS con Estados Unidos, disponiendo así de DDGS frescos y sin un largo tiempo de almacenaje que merma la calidad del subproducto (FIRA, 2011).

Acorde con May et al. (2010), los GSD con o sin solubles representan una fuente excelente de nutrientes para el ganado. Al mismo tiempo, se han originado un número importante de estudios relacionados con su porcentaje de inclusión en la dieta y su impacto sobre la digestibilidad de otros componentes de la dieta (Corrigan et al., 2009; May et al., 2009). May et al. (2010) observaron una respuesta positiva sobre el consumo de materia seca, materia orgánica, almidón y fibra detergente neutro al incluir DDGS en niveles de hasta 25% en dietas de finalización, pero también una disminución en la concentración en la producción total de ácidos grasos volátiles (AGV). Corrigan et al. (2009) reportaron que la inclusión de 40% de granos de destilería en dietas para bovinos en base a maíz

rolado en seco provocó una disminución en los valores ruminales de pH, en comparación con los animales alimentados con dietas sin granos de destilería.

Debido que al incluir más de 40% de DDGS en la dieta ha tenido consistentemente un efecto negativo sobre el consumo de materia orgánica y en la digestión ruminal (Leupp et al., 2009; May et al., 2010), el objetivo del presente estudio es determinar el efecto del nivel de suplementación de granos secos de destilería más solubles (DDGS) en dietas para ovinos.

HIPOTESIS

La suplementación de granos secos de destilería mas solubles (DDGS) en niveles de hasta 30% del total en dietas para ovinos en finalización no afecta negativamente el comportamiento productivo ni características de la canal en ovinos.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto del nivel de suplementación de granos secos de destilería más solubles (DDGS) en niveles menores al 40% del total en dietas para ovinos en finalización

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a) Determinar el efecto de nivel de DDGS sobre las variables de comportamiento productivo.
- b) Determinar el efecto de nivel de DDGS sobre las características de la canal.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades

Ante el gradual agotamiento y encarecimiento de las fuentes fósiles de energía y la necesidad de combatir la contaminación y producir energías limpias, surge la alternativa de producir energía a partir de fuentes renovables entre las que se encuentra la Bioenergía, en la que las actividades agrícola y forestal revisten gran importancia. Diversos países han incentivado la investigación con el fin de desarrollar tecnologías con respecto a la producción de biocombustibles, enfocándose en la producción de etanol, ya que este es un producto consolidado mundialmente para su uso como combustible (SIAP, 2006).

El bioetanol es el biocombustible más utilizado en el sector del transporte a nivel mundial. Su producción ha crecido durante los últimos veinte años a una tasa del 9% anual y su producción global durante el 2010 se estima en 83.000 millones de litros (Brown, 2011).

El principal productor de bioetanol es Estados Unidos (EU) con unos 45,400 millones de litros, equivalentes al 54,7% de la producción global. Es importante destacar que sólo desde el año de 2005 EU sobrepasó a Brasil como el principal productor de bioetanol a nivel mundial. Se estima que en el año 2010 Brasil produjo 27,520 millones de litros de bioetanol, equivalente al 33,2% de la producción mundial. Se debe considerar que la producción conjunta de ambos países corresponde a casi el 88% de la producción mundial (Dufey, 2011).

Dentro de las perspectivas se proyecta que la producción mundial de biocombustibles aumentará rápidamente en los próximos años impulsada por una mayor demanda de combustible en el sector transportes. Por ejemplo, proyecciones de la OECD y la FAO indican que la producción mundial de bioetanol se duplicaría entre los años 2008 y 2018 alcanzando unos 192 billones de litros, donde 148 billones de litros corresponderían a bioetanol y 44 billones de litros a

biodiesel (OECD-FAO, 2009). Asimismo, las proyecciones de la AIE (2008) anticipan que la producción mundial de biocombustibles crecerá entre un 7% y un 9% anual –dependiendo del escenario-, alcanzando entre un 4% y un 7% del combustible utilizado por el transporte terrestre para el año 2030. Se espera que el bioetanol cubra la mayor parte del incremento en el uso mundial de los biocombustibles. Los costos de producción de los biocombustibles líquidos difieren ampliamente, dependiendo del tipo de biocombustible, *feedstock* (cultivos energéticos), método de producción y el país de origen (Dufey, 2011).

La Association of American Feed Control Officials (AAFCO) define los DDGS como “El producto obtenido después de remover el alcohol etílico por medio de destilación de la fermentación de grano o de una mezcla de granos con levaduras, condensando y deshidratando al menos tres cuartas partes de los sólidos de todo el destilado resultante a través de métodos de destilación empleados en la industria de la destilería de granos.”

Producción de bioetanol

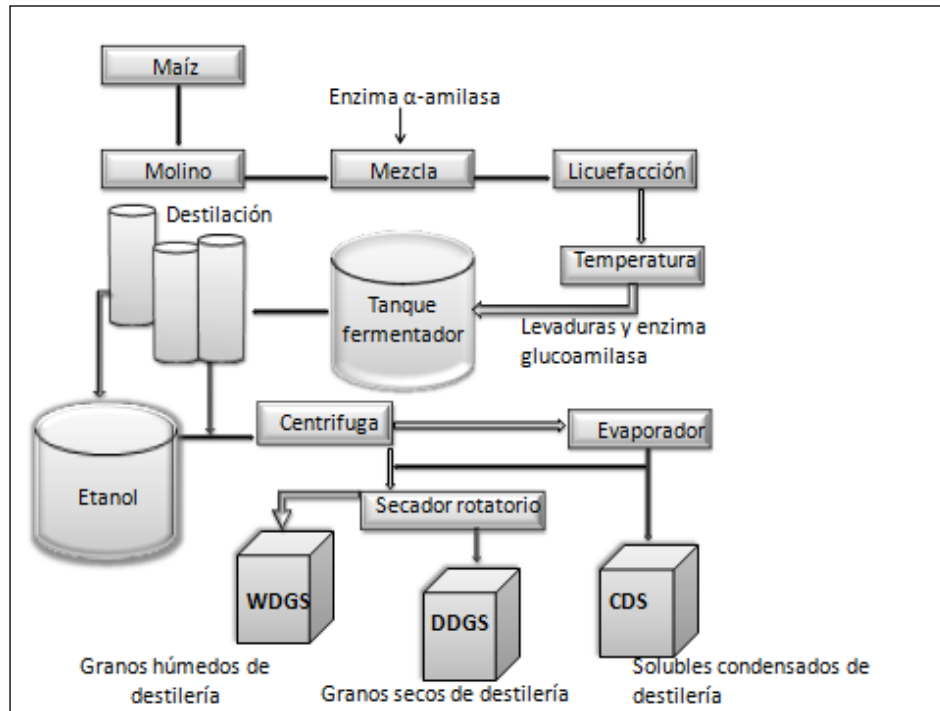
Anteriormente, la industria de bebidas alcohólicas era el principal productor de DDGS. Con el auge de las plantas de etanol para carburante como un recurso renovable, también trajo un aumento en la producción de DDGS (Uwituze et al., 2010). La industria del etanol utiliza principalmente maíz como materia prima, del cual extrae el almidón que posteriormente se convierte en azúcar y luego se fermenta para producir etanol y CO₂, obteniéndose de este proceso diversos subproductos (Erickson et al., 2008). Estados Unidos de Norteamérica se ubica como el principal productor a nivel mundial, en 2008 la Renewable Fuels Association (2009), reportó la producción de 23 millones de toneladas métricas de granos de destilería. El principal usuario de este subproducto es la industria animal, dado que se han buscado aplicaciones tanto en ganado de carne como lechero, acuicultura, cerdos y aves (Hans y Mann, 2010).

Este proceso implica remover el almidón del maíz que constituye alrededor de dos tercios del grano, los nutrientes restantes sin fermentar fibra, proteína y grasa se concentran en los DDGS hasta tres veces, con respecto a su valor inicial. Klopfenstein et al., (2008) señalan que esta característica en los DDGS han hecho que se hayan incorporado con éxito en la alimentación de ganado, en especial en dietas de finalización para bovinos. Las ventajas que presentan estos subproductos para su uso son su facilidad de manejo, transporte y calidad (Akeyezu et al., 1998; Schingoethe, 2001).

La producción de etanol a partir de maíz se da en dos diferentes métodos, los cuales son: molienda húmeda y molienda seca, obteniéndose de cada uno de ellos diferentes subproductos (Erickson, 2005; Vander Pol et al., 2005). Los productos principales de la molienda húmeda del maíz incluyen almidón, jarabe, edulcorantes y aceite de maíz, además de otros productos para alimento animal como el agua o licor de remojo, harina de germen, gluten y harina de gluten (Kaiser, 2006). El grano seco de destilería DDGS (DDG'S, por sus siglas en ingles), el grano húmedo de destilería, GHD (WDG) y los solubles condensados de destilería SCD (CDS), son los subproductos que se obtiene del proceso de molienda seca. Stock et al. (2000), Erickson (2005) y Klopfenstein (2008), describen su obtención (Figura 1), la cual inicia cuando el grano de maíz entero es cernido y luego molido a harina de tamaño de partícula de media a gruesa en un molino de martillo. La harina resultante se combina con agua para formar una pasta, la que es cocida y esterilizada para matar las bacterias no deseables. Una vez enfriada hasta el punto de fermentación, se agregan levaduras que convierten la glucosa a etanol y dióxido de carbono. El etanol entonces se extrae en el proceso de destilación y el agua remanente y los sólidos se recogen como "vinaza". Este último puede ser prensado, pero que por lo general se lo centrifuga para separar los sólidos del líquido. Al líquido se le llama soluble de destilería, o vinaza fino. A menudo se le concentra en un evaporador y se lo convierte en SCD, a los que también se les llama jarabe. Los sólidos más gruesos, son recogidos de la centrífuga y se conocen como GHD. Los granos húmedos de destilería y los

SCD se combinan para formar los granos húmedos de destilería con solubles (GHD's) que se pueden secar para formar los DDGS.

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de molienda seca del maíz para la producción de etanol.



En el proceso de molienda en seco del maíz para la producción de etanol se obtienen, por término medio, 182.5 lts de etanol, 321 kg de DDGS y 321 de CO_2 por cada Tm de grano (Applegate et., al, 2008).

Características fisicoquímicas y valor nutrimental de los DDGS

Los DDGS se caracterizan por ser donde se concentran los nutrientes restantes al ser removido solo el almidón del grano. Esto origina que nutrientes tales como proteína, grasa, fibra y fósforo eleven su concentración en

comparación a los principales granos utilizados en la alimentación de bovinos en corral (Tabla 1).

Acorde con el National Research Council (Nutrient Requirements of Beef Cattle, 2000), los DDGS aportan los siguientes nutrientes: materia seca 90.2%, NDT 79.5%, Extracto etéreo 10%, FDN 38.8%, FDA 19.7%, Proteína Cruda 29.7%, Cenizas 5.2%, Calcio 0.22%, Fósforo 0.83 y Azufre 0.44%, en cuanto a los aminoácidos esenciales: Arginina 4.06%, Histidina 2.5%, Isoleucina 3.71%, Leucina 9.59%, Lisina 2.24%, Metionina 1.82%, Cistina 1.86%, Fenilalanina 4.87%, Treonina 3.44% Triptófano 0.87%, Valina 4.7% todos los aminoácidos están expresados como porcentaje de la PNDR. Los valores de energía son los siguientes: Energía Metabolizable (EM, Mcal/kg) 3.72, Energía Neta de mantenimiento (ENm, Mcal/kg) 2.07, y la Energía Neta de ganancia (ENg, Mcal/kg) 1.41.

Tabla 1. Composición nutricional de DDGS y principales granos utilizados en dietas de engorda.

Fracción	Producto				
	DDGS	Trigo	Maíz	Sorgo	Cebada
Materia seca%	90.30	90.20	90.00	90.00	88.10
Nutrientes digestibles totales %	90.00	88.00	90.00	82.00	88.00
Proteína cruda%	30.40	14.20	9.80	12.60	13.20
Proteína no degradable en rumen% PC	52.00	23.00	55.00	57.00	27.00
Extracto etéreo%	10.70	2.34	4.06	3.03	2.20
Fibra detergente acida%	21.30	4.17	3.30	6.38	5.77
Fibra detergente neutra%	46.00	11.8	10.80	16.10	18.10
Cenizas %	4.60	2.01	1.46	1.87	2.40
Calcio %	0.26	0.05	0.03	0.04	0.05
Fosforo%	0.83	0.44	0.32	0.34	0.35

*NRC Nutrient Requirements of Beef Cattle 7thed. (2000).

Si bien el NRC es una buena fuente de consulta, investigaciones realizadas por la Universidad Estatal de Dakota del Sur (Schingoethe et al., 2001) han demostrado que existe un alto grado de variación en los nutrientes de los DDGS tanto dentro como a través de las plantas de producción. Estos investigadores reportaron que el valor de la proteína bruta puede variar de 28 a 36%, grasa de 8.2 a 11.7 %, FDN 38 a 44%, FDA 19 a 24%, Calcio 0.10 a 0.15% y fosforo de 0.43 a 0.83%.

De acuerdo a Akayezu (1998) y Kaiser (2006), la variación en la composición nutricional de granos de destilería puede ser afectada por el tipo de grano fermentado, calidad del grano, procedimiento de molienda, condiciones de secado, cantidad de solubles mezclados con los GHD al final del proceso así como el tamaño de partícula. La composición de GHD's basada en materia seca puede ir de 65 por ciento de GHD y 35 por ciento de solubles hasta 45 por ciento de GHD y 55 por ciento de solubles (Kaiser, 2006).

Cuando se añade una proporción relativamente alta de solubles a la masa (fracción de granos) para hacer los DDGS, se oscurece el color. En este sentido, Noll et al. (2006) desarrollaron un estudio en el que evaluaron el color en lotes de DDGS, en los que se añadía a la masa, antes del secado, aproximadamente 0, 30, 60 y 100 % del máximo posible de mieles. Las tasas reales de adición de solubles a la masa fueron de 0, 45.4, 94.6 y 158.9 L/min. Los resultados obtenidos evidenciaron que la adición creciente de solubles a la masa resultó en una disminución de la claridad del color y de su tono amarillo, con aumento del rojo. Estos resultados concuerdan con los presentados por Ganesan et al. (2005).

El color de los DDGS varía desde un amarillo muy claro a un café muy oscuro. Hay una moderada correlación entre la claridad del color de los DDGS y el contenido de lisina total en estos. Cromwell et al. (1993), encontraron que las muestras de color más claro se inclinaron a tener más lisina total y mayor digestibilidad. Hay diferencias en el contenido y digestibilidad de la lisina entre las

fuentes de DDGS, esto debido a la cantidad, temperatura y tiempo de secado de los DDGS.

El tiempo y temperatura de secado también van a afectar a la digestibilidad de la proteína y los aminoácidos, especialmente en lo referente a lisina, cuyo contenido puede variar de 0.52 a 1.13% (Shurson, 2007), al compararlos con los valores presentados por NRC

La reacción color café de Maillard es la formación de compuestos poliméricos de alto peso molecular, conocidos como melanoidinos. Esta reacción se da cuando se aplica calor a los alimentos balanceados. El grado de encajecimiento, medido a través de la absorbencia a 420nm, se usa para evaluar el alcance de la reacción de Maillard en los alimentos (Herrera y Jordán, 2010). Según Cromwell et al. (1993), Ergul et al. (2003) y Pederson et al. (2005), la digestibilidad de la lisina está más afectada por el alcance de esta reacción. La claridad y el color amarillo de los DDGS parecen ser predictores razonables del contenido de lisina digestible entre las fuentes de DDGS de color claro para aves y cerdos. Cromwell et al. (1993), en sus investigaciones realizadas con dietas para pollos y cerdos concluyeron que con los DDGS oscuros hay menor crecimiento de los animales. Demostrando que existe una relación directamente proporcional entre los DDGS claros y su calidad. Asimismo, los granos secos de destilería con olor dulce o fermentado son de mejor calidad que los que tienen un olor a humo.

El contenido en grasa de los residuos de destilería es alto (en torno al 5-10%) de carácter insaturado (56% de ácido linoleico). El proceso de hidrólisis y secado posterior al que se somete el producto original aumenta la concentración de ácidos grasos libres. Por ello, la acidez oleica es alta pero no indicativa de deterioro o enranciamiento (Blas et al., 2007).

El proceso de producción de etanol mejora la digestibilidad de la fibra. Fibra altamente digestible y un moderado contenido de grasa clasifican a los granos de maíz de destilería como un alimento de alta energía. Los residuos de la fermentación contienen células de levadura, vitaminas del complejo B y otros

nutrientes formados durante los procesos de fermentación y destilación. La calidad de la proteína de los granos de maíz de destilería es similar a aquella de otros productos de maíz, que son naturalmente bajos en lisina. Tanto DDGS como GHD's son excelentes fuentes de proteína no degradada por rumiantes (PNDR). En comparación con los granos de maíz, el contenido de fósforo de los granos de destilería es tres veces más alto (Kaiser, 2006).

Utilización de DDGS en dietas de finalización para bovinos

Durante los últimos años se han realizado investigaciones para confirmar la eficiencia nutricional de los DDGS, y el uso de los mismos en las dietas de bovinos, combinándose además con otros granos (Schingoethe et al., 2001). Usualmente son utilizados mayormente como una fuente de energía en la dieta de finalización para bovinos (Erickson et al, 2008; May et al., 2009). Al comparar los DDGS con otros granos utilizados en dietas, se encontró de un 120 a 150% superior el nivel de energía en comparación con el maíz rolado y de un 100 a 110% más que el gluten de maíz, dependiendo de la calidad de este último (Erickson et al., 2008).

Por otra parte, se les considera una buena fuente de proteína no degradable en rumen (PNDR). Al respecto, Schingoethe et al. (2001) reportan un valor 55%, mientras que Erickson et al. (2008) reportan un valor del 50%, mismos que se consideran aceptables, aunque es importante observar que se considera una deficiente fuente de lisina en comparación con otras fuentes de PNDR (Widmer et al., 2007; Emiola et al., 2009).

La fibra de los DDGS de maíz aunque es altamente digestible, no se considera "fibra efectiva" ya que no puede usarse para reemplazar la fibra del forraje, debido principalmente a su limitada capacidad para estimular la masticación. Los granos de destilería pueden ser una buena fuente de minerales pero al igual que otros nutrientes su contenido se triplica por lo que altas

concentraciones en azufre y fósforo pueden repercutir en el manejo de las excretas (Klopfenstein et al., 2008).

Considerando las respuestas observadas en bovinos alimentados con dietas de finalización en corral, Firkins et al. (1985) sostienen que la suplementación con DDGS es comparable con las respuestas observadas con la suplementación de harina de soya. En este caso, es importante considerar que a medida que incrementa el nivel de inclusión de DDGS en la dieta, el pH ruminal tiende a disminuir, lo cual podría provocar cambios en la población microbiana (Callaway et al., 2010).

Uwituze (2010), al estar trabajando con dietas conteniendo 25% DDGS, observaron una menor digestión de MS y MO al comparar con animales que no recibieron DDGS. Esta disminución es atribuida principalmente a una menor digestibilidad de la FDN, pero tanto la disminución de la PC ($P = 0.03$) como del almidón ($P = 0.02$) podrían haber contribuido a esta respuesta cuando los DDGS reemplazaron una porción del maíz roado a vapor y urea en la dieta. Adicionalmente, la concentración de amoníaco fue menor en los animales alimentados con 25% DDGS.

May et al. (2010), al estar comparando dos niveles de suplementación de DDGS (0 vs 25%), observaron que la incorporación de DDGS mejoró ($P \leq 0.05$) el peso final (PF), la ganancia diaria de peso (GDP) y la eficiencia de la dieta (G:A) en vaquillas en engorda. Además, estos mismos autores reportaron que el nivel de forraje en dietas de finalización puede ser disminuido de 15 a 5% con la incorporación de 25% de DDGS sin afectar adversamente GDP, eficiencia alimenticia (ganancia/alimento), ni características de la canal.

El uso de los DDGS toma dos funciones diferentes según la inclusión en la dieta. Leupp et al. (2009), reportan que en niveles de 6 a 15% de materia seca, su objetivo es servir como fuente de proteínas, por lo cual, cuando son incluidas en

niveles más altos los DDGS se convierten en una fuente de energía en sustitución del maíz (Klopfenstein et al., 2008).

Cuando se utilizan los DDGS como fuente de energía, Schingoethe et al. (2001), recomiendan niveles del 10 al 40% como máximo en la ración a nivel de materia seca. Estos resultados son comparables con los reportados en investigaciones realizadas por Klopfenstein et al. (2008), May et al. (2009), y Gunn et al. (2009), en las que demuestran que la inclusión de hasta 35% de DDGS no es perjudicial para el rendimiento de los animales, sin embargo, observaron que la eficiencia alimenticia se maximiza entre el 20% y 25% de DDGS. Estos mismos autores reportaron una buena digestión de la materia seca, al tiempo que el aumento de estos niveles puede incrementar la deposición de grasa subcutánea.

Igualmente se ha evaluado la calidad de la carne en animales alimentados con DDGS la cual no parece verse afectado en las características de ternura y color comparadas con dietas hechas a base de otros granos (Gunn et al., 2009).

DDGS en dietas de crecimiento y finalizado

La utilización de proteínas y aminoácidos de DDGS ha sido evaluado en el crecimiento de corderos. Los resultados indican que pueden ser considerados como una fuente excelente de proteína. Waller et al., (1980) realizaron una prueba de metabolismo en corderos con la finalidad de evaluar los efectos de la alimentación con combinaciones de proteínas que son lentamente degradadas en el rumen. Combinaciones de urea y granos secos de destilería (DDG) o DDGS fueron utilizados para reemplazar a urea como fuentes de proteína suplementaria, no observando efectos estadísticamente significativos sobre la digestibilidad de materia seca y/o digestibilidad total de las dietas. Por su parte Archibeque et al. (2008), utilizaron granos secos de destilería con solubles (DDGS) con la intención de mejorar la retención de N y uso de nutrientes en corderos alimentados con un

heno de calidad moderada de pasto Bromo. Para ello contaron con 9 corderos Suffolk × Dorset (57.4 kg PV inicial), habilitados con sondas (catéteres) permanentes implantadas quirúrgicamente en arteria mesentérica, vena hepática y vena porta de. Los corderos tuvieron acceso ad libitum a heno de calidad moderada heno de pasto bromo (8.44% CP, base a DM) y recibieron un suplemento de 100 g/d ya sea a base de maíz (maíz, n = 4) o a base de DDGS (n = 5). No hubo diferencias en consumo de materia seca (CMS; P = 0.85) o digestibilidad de materia seca (P = 0.46) entre los dos grupos. Numéricamente hubo un mayor aporte de N (21.5 vs 18.4 g/d; P = 0.14) y retención de N (4.4 vs 2.5 g/d; P = 0.15) cuando los corderos fueron suplementados con DDGS en lugar de maíz. Los corderos alimentados con DDGS tuvieron un mayor (P = 0.008) contenido de N- α -amino en drenado-portal visceral (PDV, 37,9 mmol/h) que los alimentados con maíz (14.1 mmol/h). Asimismo, hubo un cambio (P = 0.004) de una captación esplénica neta a una liberación neta de N- α -amino en corderos alimentados con DDGS (9.1 mmol/h) en comparación con aquellos alimentados con maíz (-9.6 mmol/h). Sin embargo, no hubo ninguna diferencia en la liberación de amoníaco desde el PDV (P = 0.49) o liberación hepática de N-urea (P = 0.19) entre los 2 tratamientos. Eran muy limitadas las interacciones entre los flujos de nutrientes y la cantidad de tiempo después de la iniciación de los tratamientos. Sin embargo, hubo una tendencia (interacción, P = 0.07) para la liberación de PDV de N- α -amino para que sea mayor a las 6 y 9 semanas después de la iniciación de los tratamientos que después de 3 semanas de tratamiento para corderos alimentados con DDGS, aunque no hubo diferencias en el tiempo para ovinos alimentados con el suplemento de maíz. Además, hubo cambios en numerosos flujos de nutrientes entre 3 y 6 semanas después de la iniciación de los tratamientos independientemente del tratamiento. Estos datos indican que los DDGS son un complemento viable para mejorar la nutrición de rumiantes consumiendo forrajes de calidad moderada. Además, estos datos indican que los efectos son perceptibles después de 3 semanas de tratamiento, con modestas alteraciones en el flujo de nutrientes después de tiempo adicional en el tratamiento.

Schauer et al. (2008), evaluaron niveles máximos de granos secos de destilería con solubles (DDGS) en raciones de finalización de corderos. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la alimentación con niveles crecientes de DDGS en raciones para finalización de corderos en rendimiento y características de la canal. Se alimentó a 240 corderos Rambouillet (31.7 ± 0.6 kg PV) en dietas con heno de alfalfa, harina de soja, cebada y un suplemento de minerales traza y DDGS reemplazando soja en 0, 20, 40 y 60% de la dieta (base MS). Las concentraciones de azufre de las dietas fueron 0.22, 0.32, 0.47 y 0.55% para las dietas DDGS 0, 20, 40 y 60%, respectivamente. La tiamina fue incluida en un nivel de 142 mg/hd/d (base MS) en todas las raciones para la prevención de polioencefalomalacia. Las raciones se mezclaron, molieron y fueron suministradas *ad libitum*. Los corderos fueron finalizados después de 111 d de alimentación, y los datos de la canal fueron colectados. El peso final, ganancia diaria de peso GDP, eficiencia alimenticia, mortalidad, peso de la canal caliente, puntuación de pierna, puntuación de conformación de canal, profundidad de grasa dorsal, espesor de la pared del cuerpo, área de ojo de la costilla, grado de calidad y rendimiento y deshuesado en cortes menores no fueron afectados ($P \geq 0.10$) por la tasa de inclusión de DDGS. El consumo de alimento aumentó linealmente ($P < 0.001$) en respuesta al incremento del nivel de inclusión de DDGS. Estos resultados sugieren que la alimentación con altos niveles dietéticos de DDGS (40 y 60%) resulta en un rendimiento aceptable de los corderos sin efectos negativos sobre características de la canal. Maximizar el uso de DDGS puede llegar a ser económicamente viable para los finalizadores de cordero cuando los precios son favorables en comparación con ingredientes dietéticos convencionales.

En otra investigación, Gutiérrez et al. (2009), alimentaron corderos Suffolk con 3 niveles dietéticos de DDGS (0, 15 o 30%, base de DM). El consumo de alimento fue similar entre los niveles de DDGS, pero se redujo la ganancia de peso corporal cuando los corderos fueron alimentados con la dieta 30% de DDGS (0,221 kg/d) en comparación con la alimentación de las dietas DDGS 0 y 15% (0.284 y 0,285 kg/d, respectivamente), lo que sugiere que un nivel mucho más

bajo DDGS alimentación (15%) se utiliza para corderos en comparación con las recomendaciones de alimentación por Schauer et al., (2008), mencionado anteriormente.

McKeown et al. (2010) estudiaron los efectos de aumentar la proporción de granos secos de destilerías con solubles basados de triticale (TDDGS) en la dieta, sobre las digestibilidades de nutrientes y características de crecimiento y canal de corderos. La dieta control contiene grano de cebada 72,5%, 10.0% pulpa de remolacha, 9.0% cascara de girasol, 3.0% de harina de alfalfa y 5,5% de un suplemento mixto, que contiene melaza, carbonato de calcio, minerales y vitaminas. Las dietas contenían TDDGS en lugar de grano de la cebada en 20, 40 ó 60% de materia seca (MS) de dieta. En un estudio de crecimiento, 60 corderos destetados se estratificaron por peso vivo (26.69 ± 3.6 kg) fueron alimentados con una de las cuatro dietas hasta el peso al sacrificio. Además, se realizó un estudio de digestibilidad utilizando estas dietas en un diseño cuadrado Latino replicado 4x4, usando 12 corderos. La asignación en la dieta del nivel creciente de TDDGS no afectó el consumo de MS ($P > 0.12$), ganancia diaria promedio o eficiencia alimenticia (alimento:ganancia). En las mediciones en canal, el peso de canal fría y el grado de rendimiento respondieron cuadráticamente ($P < 0.04$) al aumentar TDDGS en las dietas. La alimentación de TDDGS no afectó otras características de la canal ($P > 0.22$). El total de ácidos grasos saturados y ácidos grasos monoinsaturados en grasa subcutánea eran inafectados por TDDGS, mientras que los ácidos grasos poliinsaturados aumentaron linealmente ($P < 0.03$). La concentración de t10, 12 (CLA) ácido linoleico conjugado en grasa de la canal aumentó linealmente ($P < 0.02$) con el aumento de TDDGS, pero no hubo efecto ($P > 0.20$) en concentraciones de c9, t11-CIA o t11-18:1. En el estudio de digestibilidad, el consumo de MS aumentó linealmente ($P < 0.01$) con el aumento de TDDGS en la dieta, considerando que la digestibilidad de la MS, proteína cruda y grasa respondió cuadráticamente ($P < 0.01$). La digestibilidad de almidón disminuyó linealmente (y la digestibilidad de FDA aumentó $P < 0.01$), pero no había ningún efecto del tratamiento en la digestibilidad de la FDN ($P > 0.29$). La excreción

de nitrógeno total, fósforo total y la de fósforo soluble aumentan ($P < 0.01$) con el aumento de TDDGS. En conclusión, los TDDGS pueden ser utilizados en lugar de grano de la cebada en niveles de hasta un 60% en las dietas para los corderos sin efectos adversos sobre el rendimiento en crecimiento o características de la canal, pero esta práctica conducirá a un aumento en la excreción de N y P en el medio ambiente. En base a los resultados de este estudio se recomienda no usar más de 20% TDDGS en dietas de corderos en finalizado. Estos niveles de DDGS son similares a los encontrados por Gutiérrez et al. (2009) en alimentación de ovinos en engorda.

Una posible explicación a la mejor respuesta productiva de ovinos en engorda con niveles cercanos a 20% de DDG en dietas en comparación con niveles mayores, se puede encontrar en el estudio conducido por Felix et al. (2012) quienes determinaron los efectos de 0, 20, 40 o 60% en la dieta de granos secos de destilería con solubles (DDGS) en 1) rendimiento de cordero en crecimiento, las características de la canal, y minerales de tejido y 2) la digestibilidad de los nutrientes y la retención en corderos en crecimiento. En el experimento 1, noventa y seis corderos fueron bloqueados por el sexo (ovejas, $n = 48$; corderos, $n = 48$), y peso, y alojados en 24 Corrales (4 corderos por corral) y utilizando 92-d de prueba en corral de engorda (PV inicial = 26.4 ± 9.3 kg). Los corderos se alimentaron con 1 de 4 tratamientos dietéticos 1) 0% DDGS, 2) 20% DDGS, 3) 40% DDGS, o 4) 60% DDGS. Los DDGS reemplazaron principalmente al maíz, y las dietas fueron alimentadas en forma de pellet (pelletizadas). Hubo un efecto cuadrático con inclusión de DDGS en ganancia de peso (GDP); corderos alimentados con la dieta DDGS 20% tuvieron la mayor ($P = 0.04$) ganancias con 0,358 kg/día. Este efecto en GDP condujo a una efecto de tendencia cuadrática ($P = 0.03$) de DDGS en PV final. El aumento de DDGS en la dieta no afectó ($P > 0.13$) consumo (CMS) y resultó en forma lineal ($P = 0.02$) en disminución de eficiencia (G:A). En el hígado, el S aumentó linealmente ($P = 0.05$), mientras que el Cu disminuyó linealmente ($P < 0.01$) con el aumento de DDGS en la dieta; otros minerales del hígado no fueron afectados ($P > 0.05$). En la canal, la grasa dorsal,

el grado de rendimiento y la puntuación de marmoleo no fueron afectados ($P > 0.05$) por los DDGS dietéticos. En el experimento 2, 24 corderos (PV inicial = 43.0 ± 4.4 kg) fueron utilizados en un estudio de metabolismo. Los corderos se adaptaron a las dietas mismas descritas anteriormente para 17 d antes de un período de muestreo de 5 d durante la cual se recolectaron orina y materia fecal total. La digestibilidad aparente de DM dietética disminuyó linealmente ($P < 0.01$) con el aumento de dietético de inclusión de DDGS. La digestibilidad de la grasa siguió un patrón similar, mientras que la absorción de N, P y S aumentaron linealmente ($P < 0.03$) con el aumento de DDGS dietético. La digestibilidad de la FDN no se afectó ($P > 0.05$) por tratamiento dietético. Las retenciones aparentes (como un porcentaje del consumo) de N, K, Mg, Fe, Cu y Zn no fue afectada ($P > 0.05$) por la inclusión de DDGS dietético, mientras que la retención de S y P disminuyó ($P < 0.04$). La producción de orina diaria aumento linealmente ($P < 0.01$) y pH de la orina disminuyó linealmente ($P < 0.01$) con el aumento de DDGS (pH de la orina fue 7.46, 5.86, 5.52 y 5.32 para tratamientos de 1 a 4, respectivamente). Estos datos sugieren que la orina es una ruta importante para la excreción de ácido cuando se alimenta con dietas DDGS altas en S. Aumentos de DDGS en la dieta resultaron en disminución de digestión de materia seca (DM) y grasa, que puede ser parcialmente responsable de que el rendimiento de engorde en corral del cordero disminuyera para las dietas con 40 y 60% DDGS en comparación con el 20% DDGS.

En cambio, Van Emon et al. (2011) al evaluar la influencia de la proteína en la dieta y la grasa en los granos secos de destilería con solubles (DDGS) en el rendimiento de engorda y características de la canal de corderos en finalización. Se utilizaron sesenta corderos cruzados (29.16 ± 4.59 kg) asignados en pares (oveja y cordero; 6 pares/trt) y se alimentaron con uno de cinco tratamientos o dietas isocalóricas: (1) dieta basada en maíz con DDGS incluido para cumplir con requisitos de PC (~25% de MS; CON), (2) CON mas DDGS incluida a dos veces la cantidad de CON (~50% de MS; 50DDGS), (3) CON más proteína de maíz agregado en forma de harina de gluten siendo similares en PC a la dieta de

50DDGS (CON + PC), (4) CON más aceite vegetal agregado para ser similar a la grasa cruda en la dieta de 50DDGS (CON + VO) y (5) CON mas proteína de maíz y aceite vegetal añadido para ser similar a la PC y la grasa cruda en la dieta 50DDGS (CON + PCVO). Los corderos fueron cosechados cuando obtuvieron una profundidad de grasa dorsal en la costilla No. 12 de 0,5 cm. Las borregas fueron devueltas a la manada. Los datos se analizaron con el procedimiento MIXED de SAS. Los contrastes entre (1) CON vs dietas elevadas en PC (50DDGS, CON+PC y CON+PCVO; PRO), (2) CON vs las dietas elevadas en grasas (50DDGS, CON+VO y CON+PCVO; GRASA) y (3) CON vs dietas con elevada PC y grasa (50DDGS y CON+PCVO; PF) fueron analizados. El PV final, días en alimentación y G:F no difirieron como resultado del tratamiento dietético ($P \geq 0.29$). Sin embargo, disminuyó CMS ($P = 0.03$) en los corderos alimentados con dietas PRO en comparación con corderos alimentados con dietas CON. El promedio de ganancia diaria tendió a la disminución ($P = 0.08$) en los corderos alimentados con dietas PRO en comparación con los corderos alimentados con dietas CON. Los corderos no difirieron ($P > 0.05$) en peso de la canal caliente, rendimiento de la canal, espesor de grasa de la costilla No. 12, área LM, espesor de la pared del cuerpo, el grado de rendimiento, puntuación de la pierna, porcentaje de carne deshuesada, cortes menores, y extracto de etéreo de LM. Por lo tanto, estos datos indican que pueden incluirse DDGS en dietas para engorda de corderos en niveles de hasta un 50% de MS sin afectar negativamente al rendimiento productivo, calidad de la canal y las concentraciones de metabolitos.

Van Emon et al. (2013), en un experimento con el objetivo de determinar la influencia de los DDGS en el rendimiento en la engorda, características de la canal, la calidad del semen, y concentraciones de testosterona en carneros en crecimiento. Sugiere que los carneros en engorda se pueden alimentar hasta un 30% en base MS de DDGS sin causar efectos perjudiciales para el rendimiento en la engorda y características de la canal. Sin embargo, se debe tener cuidado al alimentar con DDGS a carneros en crecimiento debido a una posible reducción en la concentración de espermatozoides, especialmente cuando se incluye en el 15%

de la dieta o superior. Se necesita más investigación para aclarar por qué la calidad del semen puede ser afectada y si realmente la fertilidad de los carneros se ve comprometida por la alimentación con grandes cantidades de DDGS.

Huls et al. (2006), estudiaron los efectos de sustituir la harina de soja (SBM) y una porción del maíz con granos secos de destilería con solubles (DDGS) en crecimiento, las características de la canal y la incidencia de la acidosis, timpanismo o cálculos urinarios en corderos alimentados con una dieta de finalizado alta en grano con soyhulls (SH) como la única fuente de fibra dietética. Los corderos (n = 40) fueron asignados por peso a diez corrales (promedio de peso de cordero por corral 43.4 kg \pm 0.54 kg). Los tratamientos fueron: SH-maíz-DDGS o SH-maíz-SBM, y se asignaron al azar a cinco corrales. Las dietas fueron equilibradas para tener similar PC (14.6%), EM (3.4 Mcal/kg) y calcio:fósforo (2:1). Las dietas fueron peletizadas y entregadas a través de auto alimentadores. Los corderos se observaron dos veces al día para los síntomas de la acidosis, timpanismo y cálculos urinarios. El alimento ofrecido y el contenido en el alimentador en la terminación de la prueba, se pesaron y se calculó el consumo de materia seca. La G:F y GDP se calculan basándose en pesos registrados en la iniciación y conclusión del período de finalización 64-d. Los datos de rendimiento productivo, consumo de materia seca y canal fueron analizados estadísticamente en un análisis de varianza unidireccional con un corral como la unidad experimental. El promedio de ganancia diaria, CMS, G:F, y las características de la canal no difirió (P > 0.05) entre tratamientos. Los corderos no mostraron síntomas de acidosis, timpanismo o cálculos urinarios independientemente del tratamiento. Acorde con estos autores, los granos secos de destilería con solubles son un sustituto adecuado de SBM y una porción de maíz en una dieta para finalización donde SH es la única fuente de fibra.

Sewell et al. (2009), alimentaron con varios residuos de cosecha (es decir, paja de trigo, rastrojo de maíz, y fibra de maíz) que eran procesados termoquímicamente o no, en combinación con DDGS, mostrando que la

digestibilidad de nutrientes de estos residuos de cosecha fue mejorado mediante el procesamiento termoquímico. Estos residuos de cultivos procesados pueden ser alimentados parcialmente en combinación con DDGS para reemplazar el maíz en dietas de rumiantes.

McEachern et al. (2009), evaluaron los efectos de sustitución de harina de semilla de algodón (CSM) por granos secos de destilería de maíz (DDG) sobre crecimiento, producción de lana, así como concentraciones en suero de ácidos grasos no esterificados (NEFA), urea-N (SUN), y concentraciones de IGF-1 en corderos Rambouillet. Los corderos ($n = 44$) fueron alimentados individualmente ad libitum por 84 d en dietas que contenían DDG que reemplazó a 0% (0DDG), 33% (33DDG), 66% (66DDG) o 100% (100DDG) de la CSM en un diseño completamente aleatorizado. No se observaron interacciones dieta \times día ($P > 0.12$) para PV, GDP, CMS, ingesta de proteína degradable o G:F. A medida que los DDG aumentaron en la dieta, GDP y G:F disminuyeron cuadráticamente ($P = 0.08$), pero ninguna diferencia ($P = 0.13$) en CMS observada diariamente. Los corderos alimentados con la dieta 100DDG tuvieron similar ($P > 0.23$) GDP, CMS y G:F en comparación con los corderos alimentados con dieta 0DDG. Una interacción dieta \times día ($P < 0.001$) fue observada para el SUN, pero no para las concentraciones séricas de NEFA o IGF-1 ($P > 0.16$). En ocasiones, SUN aumentó ($P < 0.10$) a medida que los DDG incrementaron sustituyendo CSM, que fue atribuida a un aumento (efecto cuadrático, $P < 0.001$) en ingesta de proteína degradable. NEFA en suero disminuyó linealmente ($P < 0.08$) y IGF-1 en suero se redujo cuadráticamente ($P < 0.05$) a medida que los DDG incrementaron reemplazando CSM en la dieta. Las características de la lana no fueron afectadas ($P > 0.10$) por la dieta. Los resultados indicaron que DDG puede reemplazar totalmente a la CSM en dietas de finalización de ovinos sin afectar negativamente el crecimiento, eficiencia de ganancia, o las características de la lana y potencialmente se puede reducir el costo de alimentación aumentando el peso vivo.

Leupp et al. (2009a), utilizaron setenta y dos novillos de carne cruzados y de raza pura (296 +/- 9kg PV inicial) en un diseño completamente al azar con la finalidad de determinar los efectos de la inclusión de 30% de granos secos de destilería con solubles (DDGS, con un 29.2% de PC, 9.7% de grasa, base MS) en su el período de crecimiento o finalización sobre CMS, rendimiento, características de la canal y calidad de la carne. Los tratamientos resultantes fueron 0:0, 30:0, 0:30, y 30:30 (porcentaje de DDGS en la dieta de alimentación durante los períodos de crecimiento y finalización, respectivamente). Los novillos fueron alimentados individualmente con la dieta de crecimiento (65 % de concentrado) durante 57 d, luego aclimatados y alimentados con una dieta de finalización (90 % concentrado) por 80 o 145 d. los ingredientes de la dieta incluyen maíz rolado en seco, ensilaje de maíz, heno de pasto, separador de concentrado de subproductos, y suplemento. Las dietas incluyen 27.5 mg/kg de monensina y 11 mg/kg de tilosina y fueron formuladas para contener un mínimo de 12.5% PC, 0.70% de Ca, y 0.30% P. Durante el período de crecimiento, CMS no fue diferente ($P > 0 = 0.63$; 10.22 +/- 0.23 kg/d; 2.42 +/- 0.06% de PV). El rendimiento de los novillos, incluyendo GDP (1.75 +/- 0.05 kg/d) y G:F (174.1 +/- 6,8 g/kg), no fue afectado ($P > 0.14$) por el tratamiento durante el período de crecimiento, y el PV final al terminar el período de crecimiento no obtuvo diferencias (425 +/- 7 kg; $P = 0.99$). Durante el período de finalización, el CMS no fue diferente ($P > 0.54$; 8.47 +/- 0.66 kg/d; 1.57 +/- 0.09% del PV). Durante el período de finalización, no se observaron diferencias ($P > 0.22$), teniendo para GDP (1.54 +/- 0.07 kg/d) o G:F (202.4 +/- 28.3 g/kg). Como resultado, en el PV final no se observaron diferencias ($P > 0.28$; 551 +/- 15 kg). El área del músculo Longissimus (77.8 +/- 3.3 cm (2)), el espesor de la grasa en la 12 – costilla (1.26 +/- 0.10 cm), y KPH (2.48 +/- 0.16%) no obtuvo diferencias ($P > 0.16$). No hubo diferencias ($P > 0.35$) en el grado de rendimiento (3.33 +/- 0.17) o marmoleado (431 +/- 21; Pequeño (0) = 400) . Los resultados del panel de medición no indicaron diferencias ($P > 0.16$) en la ternura, que promediaron 6.03 +/- 0.16 (8 puntos escala hedónica), sin embargo, los filetes de novillos alimentados con 0:30 o 30:30 tendieron ($P = 0.10$) a ser más jugosa y con más sabor que los filetes de novillos alimentados 0:0 o 30:0 (6.01 vs 5.83 +/-

0.11; 6.02 vs 5.89 +/- 0.08, respectivamente). La inclusión de 30% de DDGS en el período de crecimiento tendió a reducir L ($P = 0.08$; 48.6 vs 48.9 +/- 0.2) y B ($P = 0.01$; 8.24 vs 8.65 +/- 0.18) de filetes. La alimentación de DDGS durante el crecimiento o finalización reducida B ($P = 0.02$; 8.35 vs 8,74 +/- 0.18) en comparación con 0:0. La alimentación con DDGS durante el periodo de finalización reducida A ($P < 0.001$; 20.1 vs 22.0 +/- 0.24) de filetes. Además, la alimentación de DDGS durante el crecimiento o finalización reducida A ($P < 0.001$; 20.9 vs 21.7 +/- 0.24) en comparación con 0:0. Alimentar 30 % de DDGS no afectó el rendimiento o características de la canal, pero sí tuvo influencia sobre los atributos sensoriales de la carne y el color. Estos datos sugieren que los DDGS se pueden incluir a 30% de MS de la dieta en el período de crecimiento o finalización, en sustitución parcial de maíz rolado en seco, sin efectos perjudiciales sobre el rendimiento, características de la canal, o atributos sensoriales. Sin embargo, la alimentación con 30% de DDGS puede afectar negativamente el color de la carne, más investigación puede ser necesaria en esa área

Leupp et al. (2009b) Cinco novillos canulados en rumen y duodeno (500 ± 5 kg de PV inicial) fueron utilizados en un cuadrado Latino 5×5 para evaluar los efectos de aumentar el nivel de granos secos destiladores de maíz con solubles (DDGS) en dietas de crecimiento (70% concentrado) en ingesta de MO, sitio de la digestión, la fermentación ruminal y eficiencia microbiana. Las dietas consistieron en 30% heno de pasto, 6% de un subproducto, 4% suplemento base y 60% maíz rolado en seco, harina de girasol, urea o DDGS en (base a MS). Los tratamientos consistieron en aumento de DDGS en 0, 15, 30, 45 ó 60% de la dieta en base a MS reemplazando una combinación de maíz rolado en seco, harina de girasol y urea. Las dietas fueron balanceadas para el crecimiento de novillos ganando 1,22 kg/d y óxido crómico 0.25% (en base a MS) como un marcador de flujo de digesta. Las dietas fueron ofrecidas a los novillos para consumo ad libitum cada día (10% por encima de la acMSsión del día anterior). Cada período consistió en 14 d para la adaptación y 7 d para colección de muestras. La ingesta de MO respondió cuadrática ($P = 0.004$) con ingestas mayores de 15% de DDGS y menos al 60% de DDGS. No se observaron diferencias ($P \geq 0.14$) en la ingesta de PC o flujo

duodenal de MO, PC y FDN. La digestibilidad ruminal aparente y verdadera de MO disminuyeron (lineal; $P \leq 0,009$) con el aumento de inclusión de DDGS. La digestibilidad de PC de tracto total incrementó (lineal; $P < 0.001$) con el aumento de DDGS, pero la digestibilidad de la MO en del tracto total no fue diferente ($P = 0,74$). La eficiencia microbiana (g de N microbial/kg de MO verdadera fermentada) no fue afectada ($P = 0.22$) por el tratamiento. El incremento de DDGS, aumentó el pH ruminal (lineal; $P = 0,004$), mientras que la concentración de amoníaco se mantuvo sin cambios ($P = 0.42$). Las proporciones de acetato disminuyeron (lineal; $P < 0.001$) con el aumento de DDGS, mientras que el propionato y butirato no fueron afectados ($P \geq 0,19$). Un efecto cúbico ($P = 0,02$) se observó en el llenado ruminal total (como base). Con el mayor llenado a 0% de DDGS y el menor llenado al 45% de inclusión. La sustitución de maíz rolado en seco por hasta 60% DDGS en dietas con 70% de concentrado no obtuvo efectos adversos en la digestión de MO del tracto total, aunque la ingesta de MO se redujo en la inclusión del 60% de DDGS. Basado en estos datos, incluir 45% DDGS en dietas de crecimiento maximizará la digestión y la fermentación en el crecimiento de novillos.

Son limitados los datos sobre la influencia de la suplementación de tiamina en la incidencia de polioencefalomalacia (PEM) en corderos alimentados con dietas que contienen grandes concentraciones de S en la dieta ($> 0.7\%$). Por lo tanto, Neville et al. (2010) con el objetivo fue evaluar la influencia de la suplementación de tiamina en el rendimiento de la engorda, calidad de la canal, concentraciones de gases de sulfuro de hidrógeno ruminal, y la incidencia de PEM en los corderos alimentados con una dieta de finalización que contenía 60% de granos secos de destilería con solubles (DDGS; base MS). Se realizaron dos estudios que utilizaron diseños completamente aleatorizados para evaluar la influencia de la concentración de la suplementación de tiamina. Estudio 1 utiliza 240 corderos alimentados en 16 corrales, mientras que el estudio 2 utiliza 55 corderos alimentados individualmente. Las dietas para finalización de corderos contenían 60% de DDGS, lo que dio lugar a una concentración de S en la dieta de

0.73% (base MS). Los tratamientos se basaron en la cantidad de tiamina suplementaria proporcionada en las dietas: 1) sin tiamina suplementaria (CON), 2) 50 mg/animal por día (LO), 3) 100 mg/animal por día (MED), o 4) 150 mg/animal por día (HI). Además, en el estudio 2, se incluyó un quinto tratamiento, que contenía 0.87% de S (base MS; incrementó S proporcionado por la adición de ácido sulfúrico diluido) y se proporcionó 150 mg de tiamina/animal por día (HI + S). En el estudio 1, GDP disminuye cuadráticamente ($P = 0.04$), con los corderos alimentados con dieta CON, LO, y las dietas MED ganando PV a un ritmo mayor que los corderos alimentados con la dieta HI. En el estudio 1, CMS respondió cuadráticamente ($P < 0.01$), mientras que G:F tendía a variar linealmente ($P = 0.08$) a la concentración de la suplementación de tiamina, con corderos MED que tienen mayor CMS y la disminución de G:F. No se observaron diferencias ($P > 0 = 0.17$) en el rendimiento de cordero en el estudio 2. En ambos estudios, la mayoría de las características de la canal no se vieron afectados, con la excepción de una tendencia de disminución de la conformación de la canal (estudio 1, $P = 0.09$) y mayor rayas flanco (estudio 2, $P = 0.03$). No hubo diferencias en la concentración de sulfuro de hidrógeno ruminal ($P > 0.05$) entre los tratamientos fueron evidentes hasta día 10, hasta este punto los corderos alimentados con la dieta LO tenían menos concentraciones de sulfuro de hidrógeno que el resto de los tratamientos. Los corderos alimentados con HI tuvieron las mayores concentraciones de sulfuro de hidrógeno en día 31 (1.07g de sulfuro de hidrógeno/m³); $P < 0,009$). El pH ruminal no fue diferente ($P = 0.13$) y un promedio de 5.6 +/- 0.06. No se observaron casos clínicos de PEM durante el curso de ninguno de los estudios. El uso de tiamina como un aditivo de la dieta para ayudar en la prevención de PEM en corderos en finalización no parece ser necesario bajo las condiciones de este estudio.

Castro et al. (2013) utilizaron cuatro corderos (Katahdin, con peso vivo promedio 25.9 ± 2.9 kg) con cánulas tipo "T" de en el rumen y duodeno proximal fueron utilizados en un experimento en cuadrado latino 4 x 4 para evaluar la influencia de suplementar granos secos de destilería con solubles (DDGS) en

niveles (0, 10, 20 y 30%, base de materia seca), en sustitución de maíz rolado en seco (DR) en las características de la función digestiva y la energía digestible (ED) de la dieta . Los tratamientos no influyeron en el pH ruminal. La sustitución de maíz DR con DDGS aumentó la digestión ruminal de la fibra detergente neutro (NDF) (efecto cuadrático, $P < 0.01$), pero disminuyó la digestión de materia orgánica ruminal (OM) (efecto lineal, $P < 0.01$). La sustitución de maíz con DDGS aumentó (lineal, $P \leq 0.02$) el flujo a duodeno de los lípidos, FDN y N del alimento. Pero no hubo efectos del tratamiento sobre el flujo hacia el intestino delgado de nitrógeno microbiano (NM) o la eficiencia de N microbial. El valor estimado de la UIP de DDGS fue del 44%. La digestión posruminal de OM, almidón, lípidos y nitrógeno (N) no fueron afectados por los tratamientos. La digestión en tracto total de N aumentó (lineal, $P = 0.04$) conforme el nivel de DDGS aumento, pero la sustitución de DDGS tendió a disminuir la digestión del tracto total de OM ($P = 0.06$) y la digestión de la energía bruta ($P = 0.08$). Sin embargo, no afectó a la energía digestible de la dieta (DE, MJ/kg), lo que refleja el mayor contenido de energía bruta de los DDGS frente al maíz DR en los reemplazos. La comparación del valor de DE de los DDGS puede considerarse similar al valor DE del maíz DR sustituyendo hasta un 30 % en las dietas de finalización para corderos. Una consideración adicional es que el uso de DDGS como un canal alternativo para los corderos de engorde depende del precio relativo de los DDGS y maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en las instalaciones de producción ovina del Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la Universidad Autónoma de Baja California ubicada a 10 km al sur de la ciudad de Mexicali, con ubicación geográfica de 32°24'27.71" Latitud Norte y 115°23'03.68" Longitud Oeste. El clima es de tipo desértico, donde el mes más frío es enero, con una temperatura mínima promedio de -1.66 °C y 13 °C de temperatura media siendo julio el mes más cálido con una temperatura máxima, mínima y promedio de 45, 20 y 33 °C respectivamente. La temperatura media anual es de 22 °C (SARH, 2007).

Se utilizaron cuarenta ovinos cruzados con diferentes porcentajes de Pelibuey, Dorper y Katadin (23.44 ± 4 kg PV) alojados en corraletas con comedero lineal y bebedero automático compartido. El periodo experimental duró 72 días con el fin de evaluar el efecto del nivel de suplementación de granos secos de destilería más solubles (DDGS) sobre las características de comportamiento productivo en engorda y las características de la canal. Las dietas se formularon (BMS) en base a maíz amarillo hojueleado (Tabla 2). El consumo (BMS) de las dietas fue ad libitum, asegurando un rechazo diario de al menos el 5% del total ofrecido. Durante toda la prueba se ofreció alimento fresco diariamente en dos porciones iguales a las 07:00 y 15:00 h. Los tratamientos consistieron en 0, 10, 20 y 30% de DDGS en la dieta total. Cinco días antes de iniciar el experimento, los animales fueron pesados individualmente, desparasitados, agrupados por peso y asignados de manera aleatoria a 20 corrales (2 animales por corral). Los corrales cuentan con 2.5 m de ancho, 8 m de largo, 12 m² de sombra, bebederos automáticos compartidos y 2.5 m de comedero lineal. Durante los 5 días previos al experimento, los animales recibieron la misma dieta control. Con la finalidad de calcular el comportamiento productivo, los pesos inicial y final fueron reducidos 4% con la finalidad de eliminar el peso representado por el contenido del tracto digestivo. Se realizaron pesajes intermedios los días 15, 30, 45, 60 y 72 del experimento. Los corrales fueron considerados como unidades experimentales. El sobrante de alimento se retiró y pesó cada viernes antes de suministrar alimento

nuevo. Para el sacrificio los corderos se llevaron a la planta de sacrificio Tipo Inspección Federal (TIF) número 54 en la que se pesaron las canales en caliente y en frío y se tomó la medida de la grasa dorsal. El experimento fue analizado como un Diseño de Bloques Completos al Azar. Los efectos de los tratamientos sobre las medias fueron analizados mediante polinomios ortogonales (Hicks, 1973).

Tabla 2.- Dietas experimentales (BMS)

Ingrediente	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4
Maíz grano	75.16	64.85	54.62	44.45
DDG's	0.0	10.43	20.76	31.01
Alfalfa heno	14.35	14.28	14.22	14.19
Melaza	5.98	5.95	5.93	5.90
Grasa	4.51	4.49	4.47	4.45

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los efectos de los tratamientos sobre las características de comportamiento productivo en corral se muestran en la tabla 2.

Consumo de materia seca

El consumo diario de alimento (base seca) observado fue de 1.036, 1.115, 0.996 y 1.051 kg/d, respectivamente para los ovinos en los tratamientos 1 al 4. El consumo diario de alimento por los ovinos en este estudio fue estadísticamente similar para todos los tratamientos ($P=0.31$). En la mayoría de los reportes de investigaciones relacionadas con ovinos engordados en corral con dietas que incluyen DDGS no se reporta efecto sobre el consumo de alimento, tanto en niveles moderados de hasta 30% (Gutiérrez et al., 2009; Huls et al., 2006), hasta niveles altos de hasta 60 a 66% (McKeown et al., 2010; Felix et al., 2012; McEachern et al., 2009). En novillos de engorda en corral tampoco se ha reportado efecto de incluir hasta 30% de DDGS en la dieta sobre el consumo de alimento (Leupp et al., 2009a). En contraste, Schauer et al. (2008), al estar trabajando con corderos de engorda, observaron un aumento lineal en consumo de alimento en respuesta al incremento de nivel de inclusión de DDGS. Por otra parte, disminuciones en consumo de alimento en ovinos han sido reportadas por Van Emon et al. (2011) en respuestas al consumo de dietas con altos niveles de DDGS (50%), lo cual acorde con estos investigadores, pudo ser principalmente ocasionado por un alto nivel de proteína.

Tabla 3. Efecto de los tratamientos sobre características de comportamiento productivo en corral.

Item	Nivel de DDGS (%)				Valor P =	CME
	0	10	20	30		
Consumo materia seca, kg	1.036	1.115	0.996	1.051	0.318	0.044
Ganancia diaria de peso, kg	0.221	0.242	0.208	0.237	0.156	0.011
Conversión alimenticia, consumo/ganancia	4.676	4.615	4.801	4.531	0.856	0.225
Ganancia total de peso, kg	16.825	18.425	15.790	18.010	0.153	0.841
Peso final, kg	40.205	41.680	39.225	41.350	0.460	1.178

Ganancia diaria de peso

La ganancia diaria de peso vivo observada fue de 0.221, 0.242, 0.208 y 0.237 kg/d, respectivamente para los ovinos en los tratamientos 1 al 4. El incremento en DDGS en la dieta no influyó en la ganancia de peso en ovinos ($P=0.15$). En la presente investigación el incremento en el nivel de DDGS en la dieta no mejoró la ganancia de peso en los ovinos. En la investigación conducida por Schauer et al. (2008) con dietas para corderos con DDGS reemplazando harina de soya en 0, 20, 40 y 60% (base MS) encontraron que la ganancia de peso no fue afectada por la tasa de inclusión de DDGS; lo cual sugiere que la alimentación con altos niveles dietéticos de DDGS (40 y 60%) resulta en un rendimiento aceptable en los parámetros productivos en engorda de los corderos.

En el estudio de Huls *et al.* (2006) se sustituyó harina de soya (SBM) y una porción del maíz con granos secos de destilería con solubles (DDGS) en una dieta de finalizado alta en grano con cascarilla de soya (SH) como la única fuente de fibra dietética. La ganancia diaria no difirió ($P > 0.05$) entre tratamientos dietéticos. Los datos indican que los granos secos de destilería con solubles son un sustituto adecuado de SBM y una porción de maíz en una dieta para finalización donde SH es la única fuente de fibra, obteniendo resultados similares a los de la presente investigación.

McEachern et al. (2009) en el experimento en el que sustituyó harina de semilla de algodón (CSM) con granos secos de destilería de maíz (DDG) reemplazando a 0% (0DDG), 33% (33DDG), 66% (66DDG) o 100% (100DDG) de la CSM. Los resultados indicaron que DDG puede reemplazar toda la CSM en dietas de finalización de ovinos sin afectar negativamente GDP y potencialmente puede reducir el costo del alimento por kilo de peso vivo ganado. Esto concuerda con los resultados obtenidos en la este experimento al no encontrar diferencias entre los tratamientos con diferentes niveles de DDG.

Van Emon et al. (2011) Encontraron datos similares a los de esta investigación al no obtener diferencias entre tratamientos evaluando la influencia de la proteína en la dieta y la grasa en los granos secos de destilería con solubles (DDGS) obteniendo resultados que sugieren fuertemente que los DDGS se pueden añadir a una dieta de finalización de corderos a 50% de MS de la dieta sin afectar negativamente la ganancia diaria de peso.

En los mencionados estudios (Huls *et al.*, 2006; Schauer et al., 2008; McEachern et al., 2009; Van Emon et al. 2011), se utilizan los DDGS junto con diferentes fuentes de proteína verdadera (soya, algodón, gluten de maíz), mientras que en el presente estudio se sustituyó la fuente energética en base a maíz rolado por DDGS.

De acuerdo con esto, Gutiérrez et al. (2009) alimentó con DDGS (0, 15 o 30%, base de DM). El consumo de alimento fue similar entre los niveles de DDGS, pero se redujo la ganancia de peso corporal cuando los corderos fueron alimentados con la dieta 30% de DDGS. (0,221 kg/d) en comparación con la alimentación de las dietas DDGS 0 y 15% (0,284 y 0,285 kg/d, respectivamente), sugiriendo que un nivel más bajo (15%) de DDGS debe ser utilizado en la alimentación de corderos.

Por otra parte McKeown et al. (2010) estudiaron los efectos de aumentar la proporción de granos secos de destilerías con solubles basados de triticale (TDDGS) en la dieta, sustituyendo grano de cebada (incluido en la dieta en 72.5%)

en 20, 40 o 60% de MS de la dieta. El nivel creciente de TDDGS hasta 60% no afectó la ganancia diaria de peso al igual que en el presente experimento, pero la excreción de nitrógeno total, fósforo total y fosforo soluble aumentó ($P < 0.01$) con el aumento de TDDGS, recomendando de esta forma no usar más de 20% TDDGS en dietas para corderos en finalización. Estos niveles de DDGS son similares a los encontrados por Gutierrez et al. (2009), sin embargo, los niveles recomendados por McKeown et al. (2010) son dados por los altos niveles de excreción de nitrógeno y fosforo y no por diferencias en la ganancia diaria de peso.

Felix et al. (2012) utilizó 0, 20, 40 y 60% de DDGS, sustituyendo principalmente al maíz. Se observó un efecto cuadrático en la dieta con 20% de DDGS que tuvo mayor ($P = 0.04$) ganancia. La digestibilidad aparente de materia seca de la dieta disminuyó linealmente ($P < 0.01$) con el aumento de DDGS. La digestibilidad de la grasa siguió un patrón similar, que puede ser parcialmente responsable de que el rendimiento de engorde en corral del cordero disminuyera para las dietas con 40 y 60% DDGS en comparación con el 20% DDGS.

Con el fin de determinar los efectos de incluir 30% de DDGS en sustitución de maíz rolado en seco durante el período de crecimiento o finalización en CMS, rendimiento, características de la canal y calidad de la carne. Leupp et al. (2009a) encontraron que durante el periodo de crecimiento GDP no fue afectada ($P > 0 = 0.14$) por el tratamiento. Para el periodo de finalización tampoco hubo diferencias ($P > 0 = 0.22$).

Leupp et al. (2009b) utilizando novillos canulados en rumen y duodeno alimentados con dietas que consistieron en 30% heno de pasto, 6% de un subproducto, 4% de suplemento base y 60% de la combinación de maíz rolado en seco, harina de girasol y urea o DDGS en base a MS. Los tratamientos consistieron en el incremento de DDGS en 0, 15, 30, 45 ó 60% de la dieta en base a MS reemplazando dicha combinación. No se encontraron efectos adversos en la sustitución del 60% de maíz por DDGS en la digestión de MO, aunque si en la ingesta de MO que se vio reducida con la inclusión de 60% de DDGS. Basado en

esto, incluir 45% de DDGS maximizara la digestión y fermentación en dietas de crecimiento de novillos.

Los niveles recomendados por Gutiérrez et al. (2009) y Felix et al. (2012) en los que recomiendan niveles del 15 y 20% respectivamente, pudiera atribuirse a la calidad de DDGS utilizados, los cuales pudieran tener mayores niveles de grasa, pues este último menciona una menor digestibilidad de MS con el aumento de DDGS y la digestibilidad de la grasa siguiendo un patrón similar, siendo parcialmente responsable del bajo rendimiento en la engorda con 40 y 60% de DDGS.

Conversión alimenticia

Conversión alimenticia (consumo/ganancia) observada por los ovinos en engorda de este estudio fue de 4.676, 4.615, 4.801 y 4.531, respectivamente para los ovinos en los tratamientos 1 al 4. La conversión alimenticia por los ovinos en este estudio fue estadísticamente igual para todos los tratamientos ($P=0.85$). En este estudio la conversión alimenticia en los ovinos fue estadísticamente igual para todos los tratamientos. Esto está de acuerdo con los resultados reportados por (Schauer et al., 2008; Leupp et al., 2009a; McKeown et al., 2010; Whitney and Lupton, 2010; Van Emon et al., 2011). En forma diferente, otros autores encontraron efecto negativo en la conversión alimenticia de ovinos alimentados en dietas con DDGS (McEachern et al., 2009; Felix et al., 2012). Este último obteniendo resultados de digestibilidad que disminuyeron linealmente ($P < 0.01$) con el aumento de inclusión de DDGS en las dietas.

Los efectos de los tratamientos sobre las características de la canal se muestran en la tabla 3.

Peso de la canal caliente

El peso de la canal caliente observado fue de 19.350, 20.450, 18.730 y 20.100 kg, respectivamente para los ovinos en los tratamientos 1 al 4. El incremento en DDGS en la dieta no influyó en el peso canal caliente ($P=0.32$). El incremento de DDGS en la dieta no influyó en el peso de la canal caliente ($P=0.32$). Resultados similares fueron reportados por (Schauer et al., 2008), en respuesta a la inclusión de a niveles de 0, 20, 40 y 60% de la dieta.

Peso de la canal fría

El peso de la canal fría observado fue de 19.600, 20.650, 19.050 y 20.480 kg, respectivamente para los ovinos en los tratamientos 1 al 4. No se observó efecto de los tratamientos sobre esta respuesta ($P=0.40$).

Tabla 4. Efecto de los tratamientos sobre características de la canal.

Item	Nivel de DDGS (%)				Valor P =	EEM
	0	10	20	30		
Peso canal caliente, kg	19.350	20.450	18.730	20.100	0.320	0.685
Peso canal fría, kg	19.600	20.650	19.050	20.480	0.403	0.740
Grasa dorsal, cm	1.975	2.316	2.117	2.159	0.608	0.177
RENDIMIENTO CANAL caliente, %	48.082	49.092	47.676	48.614	0.464	0.652
RENDIMIENTO CANAL FRIA, %	48.686	49.556	48.478	49.546	0.690	0.803

Grasa dorsal

La grasa dorsal observada fue de 1.975, 2.316, 2.117 y 2.159 cm, respectivamente para los ovinos en los tratamientos 1 al 4. La grasa dorsal en los ovinos en este estudio fue estadísticamente igual para todos los tratamientos ($P=0.60$). Resultados similares han sido publicados por diversos autores (Huls et al., 2006; Leupp et al., 2009a; Van emon et al., 2011; Felix et al., 2012). De la

misma manera, Schauer et al. (2008), no observaron diferencias en respuesta al reemplazo de soja por DDGS al 0, 20, 40 y 60% de la dieta (base MS). Estos mismos autores concluyeron que altos niveles dietéticos de DDGS (40 y 60%) resulta en un rendimiento aceptable en corderos sin efectos negativos sobre características de la canal.

Rendimiento canal fría

El rendimiento de la canal fría fue de 48.686, 49.556, 48.478 y 49.546, por ciento, respectivamente para los ovinos en los tratamientos 1 al 4. El rendimiento de la canal fría no fue afectado por el incremento de DDGS ($P=0.69$). Resultados similares fueron observados por (Huls et al., 2006; Schauer et al., 2008; Leupp et al., 2009a; Van emon et al., 2011 Felix et al., 2012) quienes no obtuvieron diferencias en respuesta a la suplementación de DDGS.

Así mismo, estos resultados fueron similares a los reportados por Schauer et al. (2008), Neville et al. (2010) y Van Emon et al. (2013), quienes no observaron efectos sobre las características de la canal con la inclusión de DDGS en la dieta.

Rendimiento canal caliente

El rendimiento de la canal caliente fue de 48.082, 49.092, 47.676 y 48.614 por ciento, respectivamente para los ovinos en los tratamientos 1 al 4. El incremento en DDGS en la dieta no influyó en la rendimiento canal caliente ($P=0.46$).

CONCLUSIONES

En base a los resultados del presente experimento podemos concluir que los granos secos de destilería mas solubles pueden sustituir en niveles de hasta el 30% al grano de maíz hojueado a vapor en dietas de engorda para ovinos machos enteros, sin afectar adversamente los parámetros de producción en corral de engorda ni las características de la canal.

LITERATURA CITADA

- AIE (2008). From 1st to 2nd Generation Biofuel Technologies. An overview of current industry and RD&D activities. Agencia Internacional de Energía (AIE). OECD/IEA, Noviembre.
- Archibeque, S.L., H.C. Freetly, and C.L. Ferrell. 2008. Feeding distillers grains supplements to improve amino acid nutriture of lambs consuming moderate-quality forages. *J. Anim. Sci.* 86(3):691-701.
- Akayezu J.M., Linn J. Harty S. and Cassady J. Use Of Distillers Grains And Co-Products In Ruminant Diets. 1998. Cargill Animal Nutrition Center, Elk River, MN. Department of Animal Science, University of Minnesota, St. Paul.
- Applegate, T.J., Latour, M., Ileleji, K.e., Hoffsteter, U., Rodrigues, I. (2008). Nuevas Perspectivas en el uso de Co-productos de la Industria del Bioetanol en la Fabricación de Piensos. Departament of Animal Sciences, Departament of Agrícola and Biological Engineering, Purdue University, Biomin GmbH, Herzogenburg, Austria.
- Association of American Feed Control Officials (AAFCO). Disponible en: <http://aafco.org>. Consultado en febrero del 2012.
- Blas, C., Mateos, G.G. y Rebollar, P.G. (2007). DDGS de Maíz (Granos de Destilería, DDG, y Solubles, DDS). Universidad Politécnica de Madrid, España.
- Brown, L. (2011), World on the edge: How to prevent environmental and economic collapse. Earth Policy Institute. Washington DC.
- Callaway, T. R., Dowd, S. E., Edrington, T. S., Anderson, R. C., Krueger, N., Bauer N., Kononoff, P. J and Nisbet, D. J. 2010. Evaluation of the bacterial diversity in the rumen and feces of cattle fed diets containing levels of dried distiller's grains plus solubles using bacterial tag-encoded FLX amplicon pyrosequencing (bTEFAP). *J. Anim. Sci.* Published online Aug 20, 2010.
- Castro-Pérez B. I., J. S. Garzón-Proañó, M. A. López-Soto, A. Barreras, V. M. González, A. Plascencia, A. Estrada-Angulo, H. Dávila-Ramos, F. G. Ríos-Rincón, and R. A. Zinn. (2013). Effects of Replacing Dry-rolled Corn with Increasing Levels of Corn Dried Distillers Grains with Solubles on Characteristics of Digestion, Microbial Protein Synthesis and Digestible Energy of Diet in Hair Lambs Fed High-concentrate Diets. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* 26:1152-1159

- Corrigan, M. E., Erickson, G. E., Klopfenstein, T. J., Luebbe, M. K., Vander Pol, K. J., Meyer, N. F., Buckner, C. D., Vanness, S. J., and Hanford, K. J. 2009. Effect of corn processing method and corn wet distillers grains plus solubles inclusion level in finishing steers. *J. Anim. Sci.* 87:3351–3362.
- Cromwell, G.L., Herkleman, K.L. & Stahly, T.S. 1993. Physical, chemical, and nutritional characteristics of distillers dried grains with solubles for chicks and pigs. *J. Anim. Sci.* 71:679
- Dufey, A. y Stage. D. 2011. Estudio Regional Sobre la Economía de los Biocombustibles en 2010: Temas Clave Para los Países de América Latina y el Caribe. CEPAL.
- Emiola, I. A., F. O. Opapeju, B. A. Slominski and C. M. Nyachoti. 2009. Growth performance and nutrient digestibility in pigs fed wheat distillers dried grains with solubles-based diets supplemented with a multicarbohydrase enzyme. *J. Anim. Sci.* 87:2315-2322.
- Ergul, T., Martínez Amezcus, C., Parsons, C.M., Walters, B., Brannon, J. & Noll, S. L. 2003. Amino acid digestibility in corn distillers dried grains with solubles. *Poult. Sci.* 82:70
- Erickson, G. E., Klopfenstein, T.J., Adams, D.C. and Rasby, R.J.. 2008. Corn processing co-products manual. Ed. University of Nebraska-Lincoln, pp. 3-18.
- Felix, T.L., H.N. Zerby, S.J. Moeller, and S.C. Loerch. 2012. Effects of increasing dried distillers grains with soluble on performance, carcass characteristics, and digestibility of feedlot lambs. *J. Anim. Sci.* 90:1356-1363.
- FIRA, 2011. Monografía de los Granos de Destilería. Dirección Ejecutiva de Análisis Sectorial. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial.
- Firkins, J. L., Berger, L. L., and Fahey, G. C.Jr. 1985. Evaluation of wet and dry distillers grains and wet and dry corn gluten feeds for ruminants. *J. Anim. Sci.* 60:847- 860.
- Ganesan, V. K. Rosentrater, A. & Muthukumarappan, K. (2005) Effect of moisture content and soluble levels on the physical and chemical properties of DDGS. ASAE paper No. 056110. St. Joseph, MI.

- Gunn ,P. J., Weaver, A. D., Lemenager, R. P Gerrard, D. E., Claeys, M. C. and S. L. Lake. 2009. Distillers grains with soluble characteristics, and meat quality in finishing steers fed differing levels of dried Effects of dietary fat and crude protein on feedlot performance, carcass. *J. Anim. Sci.* 87:2882-2890.
- Gutiérrez Z.A., J.R. Orozco Hernandez, I.J. Ruiz Garci, and J.J Olmos Colmenero. 2009. Effect of level of spent corn from the ethanol industry and lamb sex on performance. *J. Anim. Vet. Adv. Medwell Online, Faisalabad, Pakistan:* 8:3, 595-597.
- Hans G. y Mann S. (2010). Impacto Nutricional y Económico del uso de Granos Secos de Destilería con Solubles (DDGD) en aves. ADM Central Agrícola S.A. y ADM Nutricion Animal S.A. Guatemala, Guatemala C.A.
- Herrera, J. y Jordán, H. (2010). Granos de Destilería, una Alternativa para la Producción de Leche Vacuna. Características, Composición y Uso. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola. La Habana Cuba.*
- Hicks, C. R. 1973. *Fundamental Concepts in the Design of Experiments.* Holt, Rinehart and Winston, New York.
- Huls, T.J., A.J. Bartosh, J.A. Daniel, R.D. Zelinsky, J. Held, and A.E. Wertz-Lutz. 2006. Efficacy of dried distiller's grains with solubles as a replacement for soybean meal and a portion of the corn in a finishing lamb diet. *Sheep Goat Research J.* 21, 30-34.
- Kaiser, R. M. 2006. *Utilizando el Creciente Abasto de Granos de Destilería.* Instituto Babcock. Universidad de Wisconsin.
- Klopfenstein T. J., G. E. Erickson, and Bremer V. R. 2008. BOARD-INVITED REVIEW: Use of distillers by-products in the cattle feeding industry. *J. Anim. Sci.* 86:1223-1231.
- Leupp, J. L., Lardy, G. P., Karges, K. K., Gibson, M. L. and J. S. Caton. 2009. Digestion, and ruminal fermentation in steers fed seventy percent concentrate diets, effects of increasing level of corn distillers dried grains with solubles on intake. *J. Anim. Sci.* 87:2906-2912.
- Leupp, J. L., G. P. Lardy, M. L. Bauer, K. K. Karges, M. L. Gibson, J. S. Caton and R. J. Maddock. 2009a. Effects of distillers dried grains with solubles on

- growing and finishing steer intake, performance, carcass characteristics, and steak color and sensory attributes. *J. Anim. Sci.* 2009. 87:4118–4124.
- Leupp, J. L., G. P. Lardy, K. K. Karges, M. L. Gibson and J. S. Caton. 2009b. Effects of increasing level of corn distillers dried grains with solubles on intake, digestion, and ruminal fermentation in steers fed seventy percent concentrate diets. *J. Anim. Sci.* 2009. 87:2906–2912
- May, M. L., M. J. Quinn, B. E. Deppenbusch, C. D. Reinhardt, M. L. Gibson, K. K. Karges, N. A. Cole and J. S. Drouillard. 2010. Dried distillers grains with soluble with reduced corn silage levels in beef finishing diets. *J. Anim. Sci.* 88:2456-2463.
- May, M. L., M. J. Quinn, C. D. Reinhardt, L. Murray, M. L. Gibson, K. K. Karges, and J. S. 2009. Effects of dry-rolled or steam-flaked corn finishing diets with or without twenty-five percent dried distillers grains on ruminal fermentation and apparent total tract digestion¹. *J. Anim. Sci.* 87:3630-3638.
- McEachern, J.K., T.R. Whitney, C.B. Scott, C.J. Lupton, and M.W. Salisbury. 2009. Substituting distillers dried grains for cottonseed meal in lamb-finishing diets: growth, wool characteristics, and serum NEFA, urea N, and IGF-1 concentrations. *Sheep and Goat Research J.* 24:32-40.
- McKeown, L.E., A.V. Chaves, M. Oba, M.E.R. Dugan, E. Okine, and T.A. McAllister. 2010. Effects of corn-, wheat- or triticale dry distiller's grains with soluble on in vitro fermentation, growth performance and carcass traits of lambs. *Can. J. Anim. Sci.* 90:99-108.
- Neville B. W., C. S. Schauer, K. Karges, M. L. Gibson, M. M. Thompson, L. A. Kirschten, N. W. Dyer, P. T. Berg and G. P. Lardy. 2010. Effect of thiamine concentration on animal health, feedlot performance, carcass characteristics, and ruminal hydrogen sulfide concentrations in lambs fed diets based on 60% distillers dried grains plus solubles. *J. Anim. Sci.* 2010, 88:2444-2455.

- Noll, S., Parsons, C. & Walters, B. (2006) What's new since September 2005 in feeding distillers co-products to poultry. Proc. 67th Minnesota Nutrition Conference & University of Minnesota Research Update Session: Livestock Production in the New Millennium. p. 149
- N.R.C. 2000. Nutrient requirements of beef cattle. National Academy of Press. Washington D.C.
- OECD-FAO (2009). Agricultural Outlook 2009-2018. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) y Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Pederson, C., Pahm, A. & Stein, H.H. 2005. Effectiveness of in vitro procedures to estimate CP and amino acid digestibility coefficients in dried distillers grain with solubles by growing pigs. J. Anim. Sci. 83:39
- Sewell, J.R., L.L. Berger, T.G. Nash, M.J. Cecava, P.H. Doane, J.L. Dunn, M.K. Dyer, and N.A. Pyatt. 2009. Nutrient digestion and performance by lambs and steers fed thermochemically treated crop residues. J. Anim. Sci. 87:1024-1033.
- Schauer, C.S., M.M. Stamm, T.D. Maddock, and P.B. Berg. 2008. Feeding of DDGS in lamb rations - feeding dried distillers grains with solubles as 60 percent of lamb finishing rations results in acceptable performance and carcass quality. Sheep & Goat Research Journal. 23: 15-19.
- Shurson, G. (2007). Benefits and Limitations of Feeding the Pigs with Corn DDGS. Department of Animal Science. University of Minnesota. USA.
- SIAP, 2006. Situación Actual y Perspectivas del Maíz en México 1996-2012.
- SARH. 2007. INIA-CIANO. Guía para la asistencia técnica agrícola: Área de influencia del CAEMEXI. ED. CAEMEXI, 2da. Edición.
- Schingoethe D. J. 2001. Feeding Wet Distillers Grains to Dairy Cattle. Dairy Science Department. South Dakota State University.
- Stock, R. A., J. M. Lewis, T. J. Klopfenstein, and C. T. Milton. 2000. Review of new information on the use of wet and dry milling feed by-products in feedlot diets. J. Anim. Sci. 78(E-Suppl.). <http://www.asas.org/symposia/9899proc/0924>.
- Uwituzze, S., G. L. Parsons, M. K. Shelor, B. E. Deppenbusch, K. K. Karges, M. L. Gibson, C. D. Reinhardt, J. J. Higgins, and J. S. Drouillard. 2010. Evaluation

of dried distillers grains and roughage source in steam-flaked corn finishing diets. *J. Anim. Sci.* 88:258-274.

Van Emon, M.L., P.J. Gunn, M.K. Neary, R.P. Lemenager, A.F. Schultz, and S.L. Lake. 2011. Effects of added protein and dietary fat on lamb performance and carcass characteristics when fed differing levels of dried distiller's grains with solubles. *Small Ruminant Res.* (2011), doi:10.1016/j.smallrumres.2011.09.002.

Van Emon M.L., M.M. Thompson, J.D. Kirsch, K.A. Vonnahme and C.S. Schauer. 2013. Influence of the level of dried distillers grains with solubles on feedlot performance, carcass characteristics, blood metabolites, and semen quality of growing rams.

Vander Pol K. J., Erickson G. E. Klopfenstein T.J. 2005. Degradable intake protein in finishing diets containing dried distillers grains. *Nebraska Beef Cattle Reports.*

Waller J, T. Klopfenstein, and M. Poos. 1980. Distillers feeds as protein sources for growing ruminants. *J. Anim. Sci.* 51(5):1154-1167.

Widmer M.R., L.M. McGinnis and H.H. Stein. 2007. Energy, phosphorus, and amino acid digestibility of high-protein distillers dried grains and corn germ fed to grow pigs. *J. Anim Sci.* 85:2994-3003.