



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA**

**Uso de Granos Secos de Destilería con Solubles  
(DDGS) de maíz en dietas para ovinos de engorda**

**TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA**

**PRESENTA  
ERIKA JIMÉNEZ FLORES**

**DIRECTOR DE TESIS  
DR. MARCOS PÉREZ SATO**

**Tlatlauquitepec, Puebla, México. Noviembre 2014.**



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA**

**Uso de Granos Secos de Destilería con Solubles  
(DDGS) de maíz en dietas para ovinos de engorda**

**TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA**

**PRESENTA  
ERIKA JIMÉNEZ FLORES**

**DIRECTOR DE TESIS  
DR. MARCOS PÉREZ SATO**

**ASESORES  
M. C. EUTIQUIO SONÍ GUILLERMO  
M. C. CARLOS ALBERTO GARCÍA MUNGUÍA**

**Tlatlauquitepec, Puebla, México. Noviembre 2014.**

La presente tesis titulada: "**Uso de Granos Secos de Destilería con Solubles (DDGS) de maíz en dietas para ovinos de engorda**", realizada por, Erika Jiménez Flores, ha sido revisada y aprobada por el siguiente Consejo Particular, para obtener el título de:

**LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA**

**Facultad de Ingeniería Agrohidráulica**

**Consejo Particular integrado por:**

**Firma**

**Director:** Marcos Pérez Sato

\_\_\_\_\_

**Asesor:** M.C. Eutiquio Sony Guillermo

\_\_\_\_\_

**Asesor:** M.C. Carlos Alberto García Munguía

\_\_\_\_\_

Tlatlauquitepec, Puebla, México, Noviembre del 2014.

El presente trabajo forma parte del cuerpo académico denominado: "**Producción pecuaria integral**" y de la línea de investigación "**Producción integral de rumiantes y no rumiantes**".

## DEDICATORIA

*A mis padres, especialmente a mi madre Hortensia Flores Valera, que siempre estuvo conmigo, por su apoyo y su ayuda, que me ha enseñado a salir adelante y a ser una mejor persona, que se desveló conmigo y me motivó. Que nunca se negó a ayudarme*

*A mi hermana Mireya Jiménez Flores, que es parte importante en mi vida y que ha estado conmigo en todas las etapas, le agradezco su comprensión y cariño.*

*A las personas que me ayudaron sinceramente, y me brindaron su apoyo durante esta etapa de mi vida.*

## *Agradecimientos*

*A Dios por permitirme llegar hasta este momento, por brindarme la fortaleza y la sabiduría para concluir esta etapa de mi vida.*

*A mi madre por darme la vida, por su apoyo incondicional en todo momento, sus consejos y su motivación, a mi hermana por ayudarme y escucharme.*

*A mi compañera, amiga y confidente Karina Monroy Gómez, por sus consejos, ayuda y motivación en todo momento a lo largo de mi estancia en la universidad.*

*A Viry, Jenny, Erika, Natanael, Darío, Juan Carlos, Edgar, Miguel, Abriham, Saíd y a toda la Generación 2010, que más que compañeros me brindaron su amistad y apoyo.*

*A mi más que amigo, Rafa, por estar en los momentos cuando más lo necesite, por nunca decirme que no a nada y brindarme su apoyo y cariño.*

*A las personas que en su momento formaron parte de mi vida y me apoyaron incondicionalmente.*

*Al Doctor Marcos Pérez Sato, director de esta tesis, por su ayuda otorgada para la realización, redacción y revisión de este trabajo, por brindarme su confianza.*

*Al M.C. Eutiquio Sony Guillermo, por la amistad, confianza y respeto que me brindó durante mi estancia en la licenciatura.*

*Al M.C. Carlos Alberto García Munguía, por la amistad y el apoyo brindado, como alumna y durante la realización de este trabajo.*

*De igual manera al M.C. José, M.C. Isaac, M.C. Lucero, M.C. Fabián Enríquez García, por su apoyo y amistad brindada durante mi estadía en la Universidad.*

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS.....	i
RESUMEN.....	ii
ABSTRACT .....	iii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1 General .....	3
2.2 Objetivos específicos .....	3
III. HIPÓTESIS .....	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
4.1 Microorganismos ruminales.....	5
4.1.1 Bacterias ruminales .....	5
4.1.2 Protozoos ruminales .....	6
4.2 Definición de subproductos.....	7
4.3 Clasificación.....	7
4.3.2 Subproductos de origen vegetal .....	8
4.4 Subproductos de destilería.....	10
4.4.1 Granos secos de destilería con solubles.....	10
4.4.2 Proceso Industrial.....	11
4.4.3 Características físicas.....	12
4.4.4 Cualidades de los granos secos de destilería .....	13
4.4.5 Características nutricionales.....	13
4.4.6 Ventajas de los granos secos de destilería con solubles.....	14
4.4.7 Factores de riesgo.....	15
4.4.8 Utilización de DDGS en ganado bovino .....	16
4.4.9 Utilización de los DDGS en ovinos .....	16
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
5.1 Ubicación geográfica.....	18
5.2 Clima.....	19
5.3 Establecimiento del experimento.....	19
5.3.1. Animales.....	19
5.3.2. Dieta.....	19



5.3.3. Alimentación de los animales.....	20
5.4. Tratamiento experimental.....	20
5.5 Análisis estadístico.....	21
5.6 Muestreo de líquido ruminal.....	21
5.7 Determinación del análisis químico proximal (AQP) de la dieta .....	22
5.7.1. Materia seca (MS).....	22
5.7.2. Proteína cruda (PC).....	22
5.7.3. Fibra detergente neutro (FDN).....	23
5.7.4. Fibra detergente ácido (FDA).....	24
5.7.5. Cenizas (CZ).....	25
5.8 Variables evaluadas.....	25
5.8.1. Consumo de materia seca (CMS) y rechazo de alimento.....	25
5.8.2. Ganancia diaria de peso (GDP).....	25
5.8.3. Conversión alimenticia (CA).....	26
5.8.4. pH ruminal.....	26
5.8.5. Conteo de protozoarios.....	26
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
6.1 Análisis químico proximal (AQP) de la dieta.....	27
6.2 Consumo de Materia seca (CMS).....	28
6.3 Ganancia diaria de peso (GDP).....	29
6.4 Conversión alimenticia (CA).....	30
6.5 pH ruminal.....	31
6.6 Concentración de protozoarios ruminales.....	32
VII. CONCLUSIONES.....	34
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	35

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Composición de las dietas experimentales, (T1), (T2) y (T3).....	¡Error! Marcador no definido.0
<b>Cuadro 2.</b> Análisis Químico Proximal de las dietas usadas para alimentar los borregos Pelibuey, en el experimento realizado en Tlatlauquitepec, Puebla.....	27
<b>Cuadro 3.</b> Consumo de Materia seca en gramos (CMS) de borregos alimentados con granos secos de destilería con solubles (DDGS) de maíz. En Tlatlauquitepec, Puebla, 2014.....	29
<b>Cuadro 4.</b> Ganancia diaria de peso (GDP) de borregos alimentados con granos secos de destilería con solubles (DDGS) de maíz. En Tlatlauquitepec, Puebla, 2014.....	30
<b>Cuadro 5.</b> Conversión alimenticia (CA) de borregos alimentados con granos secos de destilería con solubles (DDGS) de maíz. En Tlatlauquitepec, Puebla, 2014.....	31
<b>Cuadro 6.</b> Ph del líquido ruminal de borregos alimentados con granos secos de destilería con solubles (DDGS) de maíz. En Tlatlauquitepec, Puebla, 2014.....	32
<b>Cuadro 7.</b> Conteo de protozoarios ( $\times 10^4 \text{ mL}^{-1}$ ) en líquido ruminal de borregos alimentados con granos secos de destilería con solubles (DDGS) de maíz. En Tlatlauquitepec, Puebla, 2014..	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica del área de estudio.....	18
--	----

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de la adición de Granos secos de destilería con solubles (DDGS) de maíz en 12 ovinos de raza Pelibuey con un peso promedio inicial de 20 kg. Los animales fueron distribuidos en un diseño completamente al azar (4 animales por tratamiento). Los tratamientos (T) fueron T1: dieta testigo con 0 % de DDGS de maíz, T2: dieta + 15 % de DDGS de maíz y T3: dieta + 20 % de DDGS de maíz. El consumo promedio de materia seca (CMS) no fue afectado significativamente por la inclusión de DDGS de maíz (1024.4 vs 943.1 vs 977 g día<sup>-1</sup>), sin embargo se observa que el CMS del primer periodo para los tres tratamientos fue inferior a los del cuarto periodo esto debido a que conforme los animales crecen sus requerimientos de alimento son mayores, de esta manera tampoco hubo diferencias significativas en cuanto a la ganancia diaria de peso (215.67 vs 193 vs 238.2 g día<sup>-1</sup>), en la conversión alimenticia tanto como para T1, T2 Y T3 no hubo diferencia entre promedios (5.2791 vs 5.2658 vs 4.4138). En las variables microbiológicas se observa que en pH no se presentó diferencia significativa (5.9900 vs 6.4575 vs 6.2025) de igual manera en la concentración de protozoarios (15.500 vs 15 vs 17.500). Se concluye que la inclusión de 15 y 20 % de granos secos de destilería con solubles de maíz en la dieta no afecta negativamente el consumo de alimento, la ganancia diaria de peso y fermentación ruminal.

**Palabras clave:** DDGS, ovinos, protozoarios, fermentación ruminal.

**ABSTRACT**

The effect of adding distillers dried grains with solubles (DDGS) of corn in 12 sheep race Pelibuey, with an average initial weight of 20 kg. The animals were distributed in a completely randomized design (4 animals by treatment). Treatments (T) were T1: diet witness with 0% corn DDGS, T2: diet + 15% corn DDGS and T3: diet + 20% corn DDGS. The average dry matter intake (CMS) was not significantly affected by the inclusion of corn DDGS (1024.4 vs 943.1 vs 977 g day<sup>-1</sup>), however notes that CMS of the first period for the three treatments was lower than the fourth period of this because as the animals grow their food requirements are higher, thus there were also no significant differences in daily weight gain (215.67 vs 193 vs 238.2 g day<sup>-1</sup>), feed conversion as well as for T1, T2 and T3 there was no difference between mean (5.2791 vs 5.2658 vs 4.4138 ). In the microbiological variables shows that no significant difference in pH (5.9900 vs 6.4575 vs 6.2025) similarly occurred in the concentration of protozoa (15 vs. 17,500 vs. 15,500). It is concluded that the inclusion of 15 and 20% dried distillers grains with solubles corn in the diet does not adversely affect feed intake, daily weight gain and ruminal fermentation.

**Keywords:** DDGS, sheep, protozoa, ruminal fermentation.

## I. INTRODUCCIÓN

En México la ovinocultura ha crecido en los últimos años, el 95% de la producción de carne se destina a la elaboración de barbacoa (Torrescano *et al.*, 2009), y un mínimo se comercializa en cortes especializados. Actualmente los altos costos de alimentación, hace que los sistemas de producción sean menos rentables, por lo que es necesario buscar nuevas alternativas. En este sentido los subproductos de destilería y específicamente los granos secos de destilería con solubles (DDGS por sus siglas en inglés) de maíz.

Los DDGS son el producto que se obtienen después de extraer el alcohol que se producen con mezclar los solubles de destilería de maíz líquidos en los granos de destilería de maíz húmedos antes de secarlos. Si no se desecan, se venden como granos de destilería húmedos (Iowa Corn, 2006).

El contenido proteínico de los DDGS es alto, en torno al 25%, pero es pobre en lisina, aunque contienen una cantidad significativa de fibra cruda (7 a 8%), también contienen una cantidad elevada de grasa cruda (9 a 10%, como alimento-base), con un valor de energía que varía de 3.300 a 3.3475 kcal/ kg<sup>-1</sup>, sobre una base de materia seca (Shurson y Fraser, 2004; Blas *et al.*, 2003)

Los DDGS ofrecen una oportunidad para ahorrar costos en la alimentación de los animales ya que se mantienen por debajo de insumos como pasta de soya o pasta de canola que son fuentes de proteína y energía (SNIM, 2013).

Se han realizado investigaciones en vacas lecheras en donde se ha concluido que los DDGS son buena fuente de proteína, grasa, fósforo y energía y se pueden incluir hasta 30% de la ración,

sin disminuir el consumo de materia seca, producción de leche y porcentaje de grasa en la leche (Schroeder, 2010).

La inclusión de hasta 20 a 40% de DDGS en la dieta de corderos en crecimiento no afecta el consumo de alimento, la ganancia diaria de peso ni la conversión alimenticia (Curanyz, 2013).

Los DDGS de maíz son una excelente fuente de energía y proteína para ganado de engorda en todas las fases de producción. Se pueden usar de manera eficaz como fuente de energía y proteína (USGC, 2012).

Por todo lo anterior el objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar la adición de diferentes niveles de DDGS, en dietas para ovinos Pelibuey, su efecto en el comportamiento productivo y microbiológico.

## II. OBJETIVOS

### 2.1 General

Evaluar el comportamiento productivo y microbiológico de borregos con el uso de granos secos de destilería con solubles (DDGS) de maíz en la dieta.

### 2.2 Objetivos específicos

- Determinar consumo de materia seca y ganancia diaria de peso de ovinos en engorda con el uso de DDGS de maíz.
- Estimar la conversión alimenticia en ovinos en engorda con el uso de DDGS de maíz.
- Evaluar la Concentración de protozoarios y pH ruminal en ovinos en engorda con el uso de DDGS de maíz.

### **III. HIPÓTESIS**

La inclusión de granos secos de destilería con solubles (DDGS) de maíz en la dieta de borregos en engorda mejorará las variables productivas y microbiológicas.



## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 Microorganismos ruminales

Los rumiantes son denominados poligástricos, debido a que su estómago se encuentra dividido en compartimentos diferenciados funcionalmente. Los tres primeros son conocidos como preestómagos ya que se sitúan por delante del verdadero estómago glándulas o abomaso, estos son rumen, retículo y omaso. En el rumen y el retículo se establece una compleja población microbiana capaz de degradar los hidratos de carbono estructurales que llegan allí (Cheng *et al.*, 1992).

Gracias a sus capacidades fisicoquímicas las poblaciones de microorganismos en el rumen, transforman el alimento mediante un proceso de fermentación anaerobia en otros productos (Asplund, 1994).

El ecosistema ruminal está compuesto por bacterias (más de 200 especies, con una concentración media de  $10^{10}$  bacterias  $\text{mL}^{-1}$ ), arqueas metanogénicas, protozoos (más de 20 especies, con cifras de  $10^6$  protozoos  $\text{mL}^{-1}$ ) y hongos (con densidades que alcanzan las  $10^4$  zoosporas  $\text{mL}^{-1}$ ) (Mackie *et al.*, 2002).

#### 4.1.1 Bacterias ruminales

Las bacterias componen el 50-60% de la masa microbiana del rumen y de los grupos microbianos que viven en él, constituyen la mayor fuente de nitrógeno para el rumiante (Stewart y Bryant, 1988).

Estas bacterias se pueden clasificar de diferentes formas, una de las más extendida es la basada en el sustrato que utilizan (Yokohama, Johnson, 1988).

Las bacterias celulolíticas degradan los forrajes fibrosos, esto se debe a un complejo enzimático extracelular con funciones específicas para la degradación de la celulosa, hidrolizando los enlaces  $\beta$  1-4 hasta glucosa (Yokohama y Johnson, 1998).

Las bacterias amilolíticas degradan el almidón, por medio de enzimas extracelulares que rompen aleatoriamente los enlaces  $\alpha$  1-4 de las cadenas del mismo (Yokohama y Johnson, 1988).

#### **4.1.2 Protozoos ruminales**

El número de protozoos en el rumen es menos que el de las bacterias pero su tamaño es mucho mayor que el de estas, y pueden representar hasta el 40% del nitrógeno microbiano total (Jouany, 1996).

Los protozoos ruminales son anaerobios estrictos y pertenecen a varios grupos que comúnmente se dividen en dos: holotricos y entodiniomorfos. Los holotricos tienen la superficie del cuerpo cubierta de cilios y su forma es ovalada o redondeada; son móviles y utilizan carbohidratos no estructurales. Los entodiniomorfos presentan una morfología más compleja y sus requerimientos nutritivos son más específicos (Van Soest, 1994).

## **4.2 Definición de subproductos**

El termino producto describe a cualquier bien que tenga un valor de ventas positivo u otro que capacite a la empresa a incurrir en costos para utilizarlo en otro proceso como insumo. El producto principal se da cuando un proceso de producción conjunto da lugar a un producto que tiene un valor total de ventas alto, en comparación con los valores de ventas totales de otros productos del proceso. Los subproductos son los productos resultantes de un proceso de producción conjunto que tienen bajos valores de ventas totales comparados con las del producto principal o co-productos (Zarate, 2013).

En general los subproductos presentan la particularidad de ser muy concentrados en uno o más nutrientes (proteínas, lípidos, etc.) por lo que se debe analizar para poder combinarlos en forma correcta con otros alimentos en dietas equilibradas.

## **4.3 Clasificación**

Para su clasificación los subproductos utilizados en la alimentación animal se pueden agrupar según su origen en:

### **2.3.1 Subproductos de origen animal**

Son alimentos que contienen proteínas de alta calidad con un excelente balance de aminoácidos, muy ricos en minerales y vitaminas, estos son derivados principalmente de tres industrias;

- Lechera: De los procesos industriales de la leche se obtiene una amplia variedad de productos para el consumo humano y animal (INTA, 2002). Dentro de estos subproductos encontramos el suero de leche, la crema y leche en polvo (Terevinto y Chiesa, 2008).

- Frigorífica: Dentro de este grupo de subproductos se encuentran las harinas de sangre, huesos, carne, de hígado y víseras, así también como sebo o grasa (Terevinto y Chiesa, 2008).

La utilización de harina de carne y de hueso de origen bovino y ovino para la alimentación de rumiantes, fueron prohibidas de acuerdo a las medidas de prevención contra la encefalopatía espongiiforme bovina, también conocida como "enfermedad de la vaca loca" (INTA, 2002).

- Pesquera: Son desechos del procesamiento del pescado, dentro de los cuales encontramos; la harina de pescado, ensilado de pescado y aceite de pescado (Terevinto y Chiesa, 2008).

En rumiantes el uso de las harinas se restringe a animales de muy alto mérito genético, siendo considerado como una excelente fuente de proteína no degradable, además de vitaminas y minerales. El contenido proteico puede variar entre 400 y 700 g kg<sup>-1</sup>, esto depende del tipo de pescado del cual se obtuvo. Su uso masivo está limitado por el precio (INTA, 2002).

#### **4.3.2 Subproductos de origen vegetal**

Casi todos los vegetales que son producidos y/o procesados para la alimentación humana tienen algún subproducto que puede ser utilizado para la alimentación animal, en este encontramos industrias como

- Azucarera: Este grupo de subproductos se obtiene de las distintas etapas del procesamiento de la caña de azúcar (INTA, 2002). Dentro de estos encontramos el bagazo, la melaza, los residuos de cosecha y la cachaza (De castillo, 1980).

- Aceitera: Distintas semillas oleaginosas son producidas en todo el mundo como fuentes de aceites vegetales con distintos usos en la industria para el consumo humano, el residuo del procesamiento de estas semillas es un producto rico en proteínas de gran valor en la alimentación de aves, cerdos y rumiantes (INTA, 2002).
- Molinera: La mayoría de los granos de cereales son molidos y procesados de alguna manera para ser preparados para el consumo humano, en este proceso se obtienen una amplia variedad de subproductos que pueden ser usados extensivamente en la alimentación animal y que difieren, en función de la intensidad del procesamiento, en su valor nutritivo. Muchos de estos subproductos son una excelente fuente de energía y algunos también tienen elevados contenidos de proteína (INTA, 2002). Los subproductos más importantes de esta industria son: Afrechillos: Son alimentos de tipo energético-proteico, con valores intermedios tanto de energía como proteínas, es un subproducto de la extracción de harina (almidón) el residuo que le confiere el valor energético deriva de la fibra de la cubierta de los granos. Gluten: es un compuesto con porciones de fibra y salvado, con contenido proteínico medio de 21 %, 2.5% de grasa y 8% de fibra, puede contener o no extractos condensados, se vende seco o húmedo. Es un producto perecedero que dura entre 6 y 10 días y debe ser almacenado en un ambiente anaeróbico. Es ampliamente utilizado en la alimentación de vacas lecheras, ganado de engorda, aves, cerdos y alimento de mascotas.
- Cervecera: Estos subproductos son en general muy palatables, ricos en proteínas con una degradabilidad intermedia y son

considerados como un ingrediente muy interesante en raciones para vacas lecheras. Existen distintos subproductos provenientes de esta industria, siendo los más comunes la hez de malta y los granos de destilería (INTA, 2002).

#### **4.4 Subproductos de destilería**

Los subproductos de destilería se obtienen mediante secado de los residuos del proceso de obtención de alcohol para bebidas o de etanol para su utilización como biocombustible, a partir de ingredientes ricos en almidón. Los cereales más utilizados en estos procesos son maíz, trigo, sorgo y cebada (FEDNA, 2010).

##### **4.4.1 Granos secos de destilería con solubles**

Los granos secos de destilería con solubles de maíz (DDGS) son un subproducto que se obtiene en las plantas que en Estados Unidos elaboran etanol, el cual es derivado del maíz que sirve para oxigenar la gasolina de los automotores y cuya producción está en crecimiento (García y Kalscheur, 2004).

Las plantas de etanol de Estados Unidos producen más de 3.8 millones de toneladas de DDGS anualmente. Antes de 2004, se estimaba que las plantas nuevas que vienen en línea aumentarían la producción a 9.5 millones de toneladas (Bernick, 2006).

El proceso consiste en convertir el almidón contenido en los granos y azúcares a etanol, usando enzimas y levaduras. Una vez que se quita el etanol, los solubles residuales del grano se concentran y secan junto a la porción insoluble, dando como resultado una concentración de tres veces más proteína, grasa y fibra a la del grano entero utilizado inicialmente (Kononoff y Janicek, 2005).

#### 4.4.2 Proceso Industrial

El proceso Industrial consiste en convertir los almidones y azúcares de la materia prima en etanol y consta de cinco fases:

- 1.- Selección, limpieza y molienda del grano.
- 2.- Sacarificación o paso del almidón a glucosa mediante la utilización de enzimas apropiadas.
- 3.- Fermentación de la glucosa para producir etanol utilizando levaduras (cada molécula de glucosa produce dos moléculas de etanol y dos de CO<sub>2</sub>).
- 4.- Destilación del etanol mediante proceso de vaporización por calentamiento.
- 5.- Recogida de los residuos y secado de los mismos con aire caliente hasta un 10-12% de humedad, para su posterior comercialización en forma de gránulo.

El primer paso industrial es la molienda, ésta se utiliza para extraer el almidón contenido en el grano. La molienda conveniente por los bajos costos es la seca, ya que representa menor inversión inicial así como de operación, comparados con la molienda húmeda (Vergnani, 2006).

Una vez seleccionado y limpio el grano, se muele para formar una harina la cual se mezcla con agua y se genera un mosto el cual se ajusta a un pH entre 5 y 7 (Vergnani, 2006).

Posteriormente entra a la etapa de licuefacción, durante la cual la temperatura a la que se tiene es de 82-90°C. A la mezcla se le agrega una enzima ( $\alpha$ -amilasa), ya que esto facilita la hidrólisis del almidón y la temperatura es importante debido a que se evita la proliferación de bacterias

productoras de ácido láctico no deseable en el proceso (Davis, 2001).

Dentro de la licuefacción, en una segunda parte se baja a temperatura a 35°C y ya que alcanza dicha temperatura se transporta hacia tanques de fermentación en los cuales se le adiciona la enzima glucoamilasa, a esta parte del proceso se le conoce como fase de sacarificación (Vergnani, 2006).

Una vez que pasa la fase de sacarificación el mosto se pasa a un proceso de fermentación continua con *Saccharomyces cerevisiae*, proceso que dura unas 48 horas (Vergnani, 2006).

Pasado el tiempo, la cerveza o mosto pasan por una columna de destilación, ya que se obtiene el etanol, la porción que sobra de la destilación se le conoce como jarabe entero, el cual se centrifuga y se obtienen dos fracciones, una sólida compuesta por los llamados granos húmedos de destilería o granos húmedos destilados y por otro lado una fracción líquida, la cual se puede reciclar para procesar otro cargamento de grano o puede pasar por un evaporador en donde se condensa y se tienen los solubles condensados de maíz (Davis, 2001). Los granos húmedos destilados mezclados con los solubles condensados de maíz y deshidratar la mezcla con un desecador rotativo, forma el producto final que son los granos secos de destilería con solubles.

#### **4.4.3 Características físicas**

El color de los DDGS puede variar desde ligeramente dorado a marrón oscuro. Estas diferencias se deben a varios factores que van desde el color inicial del grano, cantidad de solubles añadidos, tiempo del proceso y temperatura de secado, estos dos últimos factores van a afectar a la digestibilidad de la



proteína y de aminoácidos, especialmente a la lisina, así como también a los valores de energía metabolizable (Fastinger *et al.*, 2006).

Los colores más oscuros son los que no se deben incluir a las dietas animales, ya que tienen una menor disponibilidad de aminoácidos que aquellos de color dorado (Stark *et al.*, 2007). Otra de las características importantes de los DDGS es la fluidez, ya que ayuda a su elaboración, al transporte y a la fabricación de alimentos balanceados.

#### **4.4.4 Cualidades de los granos secos de destilería**

Tienen alta variabilidad en cuanto a su contenido nutricional debido a que este se afecta cuando el proceso de obtención de etanol es modificado e incluso dentro de la misma planta destiladora hay variación (Spiehs *et al.*, 2002).

Los DDGS debido al proceso de obtención del etanol, contienen tres veces más nutrientes que el ingrediente original, sin embargo hay tres factores principales que afectan su contenido nutritivo. Estos factores son: Variación del contenido nutricional del maíz que llega a la planta destiladora, variación en la tasa de mezclado de los componentes de los DDGS y diferencias en temperatura y tiempo de secado de los DDGS (USGC, 2012).

#### **4.4.5 Características nutricionales**

El contenido proteínico es alto, en torno al 25%, pero es pobre en lisina (Blas *et al.*, 2003), contienen una cantidad significativa de fibra cruda (7 a 8%), también contienen una cantidad elevada de grasa cruda (9 a 10%, como alimento-base), con un valor de energía que varía de 2.490 a 3.100 kcal kg<sup>-1</sup>,

valores parecidos al maíz (3.300 a 3.3475 kcal kg<sup>-1</sup>), sobre una base de materia seca (Shurson y Fraser, 2004).

#### **4.4.6 Ventajas de los granos secos de destilería con solubles**

Los subproductos de destilería presentan grandes ventajas y un potencial enorme, dentro de las cuales se encuentran las siguientes:

- Los DDGS son producidos a través de granos u otros ingredientes renovables, lo que garantiza su producción e investigación (Torres, 2010).
- Los avances en investigación permiten la utilización del etanol como energético, cada vez en forma más eficiente y económica.
- Los subproductos de destilería tienen un buen potencial de utilización en alimentación animal, humana o en el caso de residuos altos en fibra o subproductos de caña, en la elaboración de papel de alta calidad u otras industrias alternativas.
- Los DDGS son una buena fuente de proteína, fósforo disponible, vitaminas, fibra con efectos prebióticos y otros nutrientes provenientes de la fermentación, tienen efectos benéficos en la salud intestinal (García y Kalscheur, 2004)
- El crecimiento de la industria del etanol u otras afines garantizan mejores precios de materias primas, mejor nivel de vida del productor de las mismas y menor gasto en subsidios gubernamentales (Cuca *et al.*, 2009)
- Los DDGS no son tan apetecibles y Palatables como los granos de cervecería, pero contienen más proteína, menos fibra cruda, además de un alto contenido de levaduras, minerales y vitaminas del complejo B (Cuca *et al.*, 2009).

#### **4.4.7 Factores de riesgo**

##### **4.4.7.1 Micotoxinas**

Las micotoxinas son sustancias producidas por ciertos hongos pertenecientes principalmente a los géneros *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*. La contaminación de los alimentos con micotoxinas depende de las condiciones ambientales, que pueden propiciar el crecimiento del hongo y por ende la producción de la toxina (Albores y Martínez, 2009).

Dado el proceso de obtención de los DDGS para la producción de etanol a partir de maíz triplica sus valores nutricionales, el contenido de micotoxinas presentes en la semilla son igualmente triplicados en el subproducto, esto explica porque, las micotoxinas no son destruidas en el proceso de fermentación (Dale y Batal, 2005).

Una consecuencia no deseada es que los animales consuman niveles elevados de estos componentes, que se encuentran concentrados alrededor de tres veces con respecto a su contenido en el grano (Munkvold, 2008).

Aunque las micotoxinas pueden hacerse presentes, la industria del biocombustible lo considera poco probable, el beneficio de la fermentación del maíz claramente es la producción eficiente del alcohol, el grano que no se ha almacenado adecuadamente y que ha desarrollado aflatoxinas u otras micotoxinas, tal vez no proporcione la misma eficiencia de producción de alcohol como el maíz de buena calidad (Torres, 2012).

#### **4.4.8 Utilización de DDGS en ganado bovino**

Se llevó a cabo un estudio en bovinos de engorda, donde se comparó la inclusión de 10, 20, 30 y 40% de DDGS en la dieta comparado con un grupo testigo que contenía maíz como fuente energética. Se encontró que el nivel óptimo de inclusión fue del 20% donde se obtuvieron mejores respuestas productivas en cuanto a eficiencia alimenticia y conversión alimenticia (Buckner *et al.*, 2008).

En otro estudio realizado se demostró que la inclusión del 16% de DDGS en la dieta de novillos de engorda, aumentó la cantidad de ácidos grasos insaturados en tejido adiposo, pero no la fracción triacilglicerida del Longissimus dorsi (Lancaster *et al.*, 2007).

Otra investigación indica que con 40% de DDGS de maíz en la dieta para la engorda de toretes, se mejora la conversión alimenticia debido a que son mayores las ganancias diarias de peso de los animales, comparados con el grupo testigo y con un grupo que recibió DDGS de trigo (Amat *et al.*, 2012).

#### **4.4.9 Utilización de los DDGS en ovinos**

En una investigación realizada no se encontraron diferencias en las variables productivas cuando se sustituyó la pasta de soya y una porción de grano de maíz en la dieta de engorda de corderos castrados por 23% de DDGS, y los corderos no manifestaron síntomas de acidosis, timpanismo o cálculos urinarios (Huls *et al.*, 2006).

Por otro lado en corderos castrados y corderas se encontró que con tres niveles de inclusión de DDGS (20, 40 y 60 %), incluyendo un grupo testigo, el consumo no se vio afectado, sin embargo la conversión alimenticia disminuyó linealmente a

la inclusión de los DDGS, esto debido a que la ganancia diaria de peso tuvo un efecto cuadrático mostrando el mejor comportamiento con la inclusión de 20 % (Félix *et al.*, 2012).

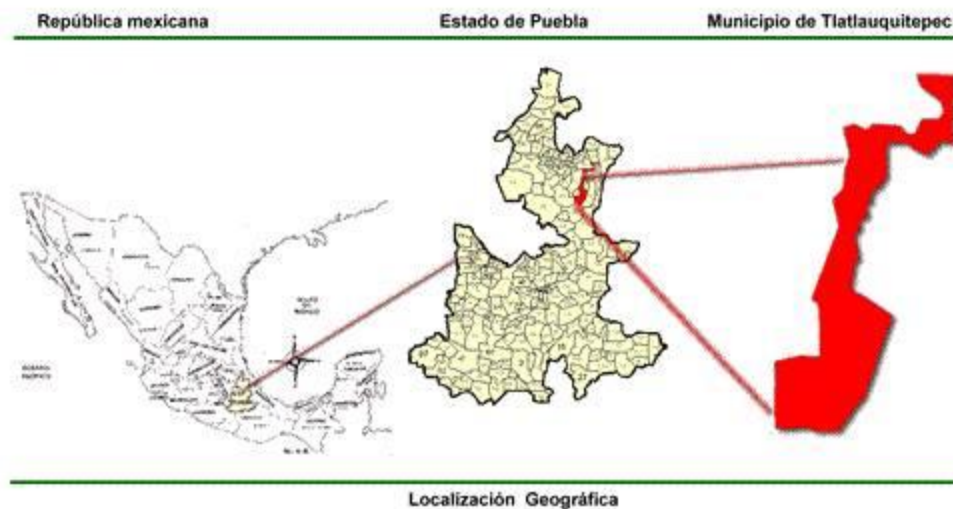
Schauer *et al.*, 2008 evaluaron niveles crecientes de DDGS en la dieta de finalización de corderos, las dietas se formularon para satisfacer las necesidades de proteína y los requerimientos de cobre, pero no fueron isoenergéticas ni isoproteicas debido a los niveles de DDGS utilizados (0, 20, 40 y 60 %). Los resultados mostraron un incremento lineal del consumo de alimento conforme se incrementó el nivel de DDGS en la dieta, sin embargo en el resto de las variables productivas y las características de la canal fue similar la respuesta entre los tratamientos.

El tipo y los niveles de la inclusión de los DDGS pueden influir en la respuesta productiva de los ovinos, así como en la calidad de la carne (Leyva, 2012).

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Ubicación geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Agrohidráulica, del Programa de Ingeniería Agronómica y Zootecnia de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, la cual se ubica en el Municipio de Tlatlauquitepec, Puebla (Figura 1), sus coordenadas son: los paralelos  $19^{\circ} 36' 24''$  y  $20^{\circ} 03' 18''$  de latitud norte y los meridianos  $97^{\circ} 14' 42''$  y  $97^{\circ} 28' 06''$  de longitud occidental; temperatura promedio de  $18^{\circ}\text{C}$ ; precipitación de 1262 mm, y una altura de 1930 msnm (Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México Estado de Puebla, 1997).



**Figura 1.** Ubicación geográfica del área de estudio.

## **5.2 Clima**

Por su localización y extensión, presenta una gran variedad de climas, que señala la transición entre los climas templados de la sierra norte y los cálidos del declive del Golfo. Se identifican los siguientes climas: Semifrío con lluvias en verano, se localiza en las áreas montañosas del sureste, templado subhúmedo con lluvias en verano, ocupa una franja al sur, templado húmedo con abundantes lluvias en verano en un área de la parte central, templado húmedo con abundantes lluvias todo el año, en una amplia franja de la parte central (Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México Estado de Puebla, 1997).

## **5.3 Establecimiento del experimento**

### **5.3.1. Animales**

Para este experimento se usaron 12 animales de raza Pelibuey con un peso promedio de 20 kg. Antes de iniciar el experimento los animales fueron sometidos a un periodo de adaptación de 10 días al mismo tiempo fueron desparasitados y vitaminados. Los animales se alojaron en jaulas metálicas de 1 x 1 m con libre acceso a agua y alimento.

### **5.3.2. Dieta**

La dieta fue formulada para ovinos machos con un peso promedio de 20 kg (Cuadro 1), de acuerdo con los requerimientos nutritivos de ovinos del NRC (1985).

**Cuadro 1.** Composición de las dietas experimentales, (T1), (T2) y (T3).

<b>Ingrediente</b>	<b>T1 (% de Inclusión)</b>	<b>T2 (% de inclusión)</b>	<b>T3 (% de inclusión)</b>
<b>DDGS</b>	0	15	20
<b>Pasta de Soya</b>	7	0	0
<b>Maíz molido</b>	34	30	31
<b>Sorgo</b>	34	29.5	30
<b>Alfalfa</b>	17	17	10.5
<b>Melaza</b>	6	6	6
<b>Minerales</b>	1	1.5	1.5
<b>Urea</b>	1	1	1
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

### 5.3.3. Alimentación de los animales

La alimentación de los animales se llevó a cabo con una dieta isoproteica-isoenergetica, la cantidad diaria del alimento fue incrementando con forme aumentó el peso, el agua fue a libre acceso, se alimentaron a las 9:00 h de la mañana y a las 17:00 h de la tarde durante toda la fase experimental.

### 5.4. Tratamiento experimental

Los tratamientos del experimento fueron los siguientes T1, dieta testigo sin la aplicación de granos de destilería con solubles de maíz: T2, dieta con la aplicación del 15 % de granos de destilería con solubles de maíz: T3, dieta con la aplicación del 20 % de granos de destilería con solubles de maíz.



### 5.5 Análisis estadístico

El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar; con tres tratamientos y cuatro repeticiones respectivamente, cuyo modelo matemático es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3 \dots \text{tratamiento}$$

$$j = 1, 2, 3, 4, 5 \dots \text{repetición}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto del tratamiento

$E_{ij}$  = Error aleatorio

### 5.6 Muestreo de líquido ruminal

Las muestras se recolectaron mediante una sonda esofágica cada 30 días después de iniciar el experimento, 3 a 4 horas después de la alimentación, se muestrearon dos borregos de cada tratamiento (20-40 mL de líquido ruminal por animal).

## **5.7 Determinación del análisis químico proximal (AQP) de la dieta**

### **5.7.1. Materia seca (MS)**

Se recolecto la muestra y se pesó con una báscula granataria y se secaron en una estufa de aire forzado a 60° C hasta que las muestras alcanzaron su peso constante, después de secar las muestras a peso constante se pesaron en la balanza granataria. Para obtener el porcentaje de MS se hicieron cálculos con la siguiente formula (AOAC, 1980):

$$\%MS = \frac{\text{Peso seco de la muestra}}{\text{Peso humedo de la muestra}} \times 100$$

### **5.7.2. Proteína cruda (PC)**

La muestra ya seca se molió en un molino pulvex 100, se pesó 0.1 g de muestra y posteriormente se depositó en un matraz de digestión kjendahl de 100 mL con 1 g de selenio (catalizador) más 3 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, se procedió a la digestión hasta que la muestra presentó un color definido y se trasladó a un tubo de destilación con pequeñas porciones de agua destilada, en el extremo del condensador se colocó un matraz Erlenmeyer de 250 mL al cual se le adicionaron 10 mL de solución de ácido bórico al 4 % con mezcla de indicadores, cuidando que la parte final del condensador quedara sumergido dentro de la solución. Posteriormente se adicionaron 10 mL de hidróxido de sodio (NaOH) 10 N y se destiló durante 7 minutos.

Transcurridos los 7 minutos, se retiró el matraz Erlenmeyer que se colocó en el extremo del condensador y se tituló con una solución valorada de ácido sulfúrico al 0.0508 N, tomando

la lectura del gasto. El porcentaje (%) de PC se calculó con la siguiente formula (AOAC, 1980):

$$\%N = \frac{(mL)(normalidad\ del\ ácido)(1.4)}{Peso\ de\ la\ muestra\ en\ gramos}$$

Donde:

%N= Porcentaje de Nitrógeno

mL= Gasto de la titulación

El porcentaje nitrógeno resultante de la operación se multiplicó por el factor 6.25 y el resultado obtenido fue la proteína calculada.

### **5.7.3. Fibra detergente neutro (FDN)**

Se estimó con un equipo Soxhlet, donde se colocaron en un matraz balón de fondo plano en estufa de aire forzado a 550° C durante 1 h, se dejó enfriar y después se pesó en la balanza analítica. Después se procedió a pesar 0.35 g de muestra, misma que se agregó al matraz con 35 mL de solución FDN, dejando calentar la solución por 1 h a partir de cuándo empezó a hervir.

Posteriormente se filtró en un papel filtro Wathman del No. 4, previamente seco y pesado, mismo que se colocó en el embudo de filtrado. Se mantuvo agitando el matraz para suspender los sólidos y llenar el embudo y después se procedió a agregarle agua caliente, este procedimiento se realizó tres veces. Posteriormente se lavó con acetona dos veces y se filtró utilizando una bomba de vacío, finalmente se secó el papel filtro en una estufa de aire forzado a 55° C durante una hora y se dejó enfriar en un desecador y por último se pesó el papel

filtro más la muestra. El % de FDN se calculó con la siguiente formula (Van Soestet al., 1991):

$$\%FDN = \frac{(PCF - PIC)}{PS} X 100$$

Dónde:

%FDN= Porcentaje de Fibra detergente neutro

PCF= Peso seco del papel filtro de la estufa

PIC= Peso seco inicial del papel filtro

PS= Peso seco de la muestra secada en la estufa

#### **5.7.4. Fibra detergente ácido (FDA)**

Se realizó el mismo procedimiento para obtener FDA pero en este caso se utilizaron 35 mL de solución de FDA y dos gotas de decahidronaftaleno (antiespumante). El % de FDA se calculó con la siguiente formula (Van Soestet al., 1991):

$$\%FDA = \frac{(PCF - PIC)}{PS} X 100$$

Dónde:

%FDA= Porcentaje de fibra detergente ácido

PCF= Peso seco del papel filtro en la estufa

PIC= Peso seco inicial del papel filtro

PS= Peso seco de la muestra secada en la estufa

### 5.7.5. Cenizas (CZ)

Se colocaron los crisoles en la estufa durante 1 h a 1000 C, se dejaron enfriar en el desecador y posteriormente se pesaron, después se pesaron 3 g de la muestra ya seca y se combustionaron en la mufla a 6000 C durante 5 h, una vez ya incineradas las muestras se dejaron enfriar los crisoles en el desecador para evitar la entrada de humedad y se pesaron en una balanza analítica (AOAC, 1980). El % de cenizas se calculó con la siguiente formula:

$$\%Cenizas = \frac{(Peso\ del\ cristal\ +\ muestra) - (Peso\ del\ cristal\ +\ Cenizas)}{Peso\ de\ la\ muestra} \times 100$$

## 5.8 Variables evaluadas

### 5.8.1. Consumo de materia seca (CMS) y rechazo de alimento

Se pesó diariamente el alimento durante toda la fase experimental; se registró la cantidad de alimento ofrecido y el rechazado al siguiente día. Para estimar esta variable se utilizó una báscula granataria con capacidad de 4 kilogramos.

### 5.8.2. Ganancia diaria de peso (GDP)

Los borregos se pesaron al inicio del experimento y posteriormente se pesaron cada 15 días antes de ofrecer el alimento. La GDP se obtuvo por la diferencia entre el peso final menos el peso inicial dividido entre los días del periodo.

### **5.8.3. Conversión alimenticia (CA)**

Se utilizaron los datos de los pesos (Kg) de los borregos y el consumo de alimento. La CA se calculó como el producto del consumo de alimento entre la ganancia de peso en kg.

### **5.8.4. pH ruminal**

Este se midió mediante la colecta del líquido ruminal, con la utilización de un potenciómetro marca conductronic PC18, calibrado a dos valores de pH (4.0 y 7.0). Una vez tomado el pH de la muestra se tomó la cantidad de 10 mL de líquido ruminal de cada muestra para el conteo de protozoarios.

### **5.8.5. Conteo de protozoarios**

Para llevar a cabo el conteo de protozoarios se utilizó una cámara de Neubauer y un microscopio Leica CMF a una magnitud de 40x (Dehority, 1984).

La fórmula para el cálculo de la concentración de protozoarios fue:

$$\text{protozoarios } mL^{-1} = \bar{X} (\text{Factor de dilución}) 10^4$$

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Análisis químico proximal (AQP) de la dieta

Los resultados obtenidos del AQP (Cuadro 2) fueron similares a los esperados de acuerdo a los ingredientes empleados para la formulación del alimento. El contenido de proteína cruda (PC) calculada para los tratamientos T1, T2 y T3 fue de (14.95, 14.875, y 15.085 respectivamente), como puede observarse la PC determinada en la dieta para los tratamientos fue de 13.56, 15.71 y 17.49 respectivamente, dichos resultados son moderadamente superiores a los calculados, pero son aceptables de acuerdo con los requerimientos marcados por el NRC (1985).

**Cuadro 2.** Análisis Químico Proximal de las dietas usadas para alimentar los borregos Pelibuey, en el experimento realizado en Tlatlauquitepec, Puebla.

<b>Componente (%)</b>	<b>Tratamiento 1</b>	<b>Tratamiento 2</b>	<b>Tratamiento 3</b>
<b>MS</b>	84.11	83.53	86.04
<b>PC</b>	13.56	15.71	17.49
<b>FDN</b>	90.30	91.46	92
<b>FDA</b>	12.61	15.33	18.9
<b>CZ</b>	3.79	3.42	3.40

## 6.2 Consumo de Materia seca (CMS)

La engorda de corderos se realiza en confinamiento y con dietas elaboradas con alimentos energéticos y proteínicos de alta digestibilidad. La cantidad de alimento y de nutrimentos que reciben los corderos en engorda está en función del CMS y edad de cordero (Ortega y Bores, 2000).

En el Cuadro 3 se muestran los resultados del CMS, puede observarse que no existieron diferencias significativas entre periodos ni en promedio (1024.4 vs 943.1 vs 977 g respectivamente). Claramente se observa que el CMS del primer periodo para los tres tratamientos fue inferior a los del cuarto periodo, esto tiene su explicación en que el consumo de alimento de los ovinos normalmente es el 4 % de su peso vivo y conforme estos crecen sus requerimientos son mayores, uno de los factores que pueden afectar el CMS de los animales es la presencia de factores antinutricionales como pueden ser las micotoxinas y taninos (Munkvold, 2008), sin embargo los DDGS aunque presenten micotoxinas y taninos no afectaron el consumo. Rojo *et al.* (2000), al utilizar una dieta con 70 % de sorgo el cual tiene una concentración mayor a 0,25 % de taninos, obtuvieron consumos similares a los reportados en la presente investigación.



**Cuadro 3.** Consumo de Materia seca en gramos (CMS) de borregos alimentados con granos secos de destilería con solubles (DDGS) de maíz. En Tlatlauquitepec, Puebla, 2014.

<b>TRATAMIENTO</b>				
<b>Periodo</b>	T1	T2	T3	C.V.
<b>1</b>	631.31	536.34	591.83	17.23
<b>2</b>	843.16	749.16	813.75	10.55
<b>3</b>	951.6	778.4	919.4	16.36
<b>4</b>	1210.4	1134	1191.9	13.81
<b>5</b>	1485.6	1517.6	1368	38.15
<b>Promedio</b>	1024.4	943.1	977	34.97

C.V = Coeficiente de Variación  
No hay diferencia significativa

### 6.3 Ganancia diaria de peso (GDP)

Para que la engorda de corderos sea rentable, deben considerarse tiempos de engorda entre 60 y 90 días, corderos al inicio de la engorda entre 18 y 20 kg de peso vivo y CMS de 4 y 5 % de su peso vivo para tener ganancias diarias de peso igual o mayores a 300 g por cordero (Zaragoza, 2010). Adicional a esto se debe considerar un peso a la venta entre 35 a 40 kg de peso vivo (Cantón *et al.*, 2003). El periodo de engorda del presente trabajo de investigación fue de 75 días y se obtuvieron GDP de 215.67 vs 193 vs 238.2 respectivamente (Cuadro 4) lo cual difiere con lo arriba mencionado esto se debe muy probablemente a que el peso promedio inicial de los borregos en los tratamientos T1, T2 y T3 fue de 14.5, 12.98, 13.88 respectivamente lo que no permitió una mayor GDP. Resultado que también tiene lógica, ya que al no existir diferencias significativas en el consumo de alimento (Cuadro 3), era de esperarse que tampoco existiera en la GDP. En un estudio realizado por Huls *et al.* (2006) donde proporcionaron en la dieta 23 % de DDGS, no encontraron respuesta

significativa en cuanto a la variable GDP lo que concuerda con lo encontrado en el presente trabajo de investigación.

**Cuadro 4.** Ganancia diaria de peso (GDP) de borregos alimentados con granos secos de destilería con solubles (DDGS) de maíz. En Tlatlauquitepec, Puebla, 2014.

<b>TRATAMIENTO</b>				
<b>Periodo</b>	T1	T2	T3	C.V.
<b>1</b>	110	93.33	144.33	44.01
<b>2</b>	250	186.66	231.66	20.34
<b>3</b>	178.33	155	193.33	19.75
<b>4</b>	290	305	313.33	23.28
<b>5</b>	250	225	308.33	31.23
<b>Promedio</b>	215.67	193	238.2	34.62

C.V = Coeficiente de Variación  
No hay diferencia significativa

#### **6.4 Conversión alimenticia (CA)**

La conversión alimenticia se define como la ganancia diaria de peso entre el consumo de materia seca lo que da kilogramos de alimento consumido por kilogramo de carne.

De acuerdo con la literatura un animal joven tiene una conversión alimenticia inmejorable 3 a 4 kg de alimento por cada kg de peso corporal ganado (Guerrero, 2002).

Una CA adecuada en ovinos es de 4, puede observarse que en la presente investigación en el primer periodo de los tres tratamientos la CA es alta, es decir que los animales consumieron más de 5 kg (6.964 vs 6.543 vs 5.172 respectivamente) de alimento para producir un kilogramo de carne, esto se debe quizá a la genética de los animales, el tamaño de partícula o la disposición de alimento, lo mismo se

puede observar en el quinto periodo del tratamiento 1 y tratamiento 2.

**Cuadro 5.** Conversión alimenticia (CA) de borregos alimentados con granos secos de destilería con solubles (DDGS) de maíz. En Tlatlauquitepec, Puebla, 2014.

Periodo	TRATAMIENTO			C.V.
	T1	T2	T3	
<b>1</b>	6.964	6.543	5.172	47.21
<b>2</b>	3.5270	4.1594	3.7013	22.79
<b>3</b>	5.4185	5.1563	4.7658	12.41
<b>4</b>	4.3361	3.7642	3.8801	15.43
<b>5</b>	6.150	6.706	4.550	27.38
<b>Promedio</b>	5.2791	5.2658	4.4138	23.36

C.V. = Coeficiente de Variación

No hay diferencia significativa

## 6.5 pH ruminal

La saliva contiene bicarbonato de sodio y fosfatos que ayudan a mantener un pH casi neutro en el rumen (Mackie y Gilchrist, 1979). Son varios los factores que intervienen para cambiar el pH en el rumen, la dieta suministrada es factor determinante en las fluctuaciones del pH ruminal.

En el Cuadro 6, se observa que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ) y los valores se encuentran en el rango normal. Dichos resultados coinciden con (Krause y Oetzel, 2006) quienes mencionan que los rumiantes poseen un sistema altamente desarrollado para mantener el pH dentro de los límites fisiológicos de 5,5 a 7,0. Un pH menor a 5,5 se puede deber a una condición ácida en el rumen, conocida como acidosis, esta ocurre cuando se suministran dietas con una alta proporción de granos (Zaragoza, 2009).

**Cuadro 6.** Ph del líquido ruminal de borregos alimentados con granos secos de destilería con solubles (DDGS) de maíz. En Tlatlauquitepec, Puebla, 2014.

Periodo	TRATAMIENTO			C.V.
	T1	T2	T3	
1	5.86500	6.27000	5.70500	1.37
2	6.1150	6.6450	6.7000	8.19
<b>Promedio</b>	5.9900	6.4575	6.2025	7.17

C.V. = Coeficiente de Variación

No hay diferencia significativa

### 6.6 Concentración de protozoarios ruminales.

La importancia de los protozoarios es considerable ya que representa entre un 40 y 50 % de la biomasa microbiana en el rumen y tiene una gran influencia en la producción de proteína bacteriana mediante la predación de bacterias y competición por substrato (Nolan, 1993).

La capacidad de los protozoarios para consumir gránulos de almidón permite utilizar dietas altas en granos ya que los protozoarios ruminales moderan la tasa de fermentación bacteriana evitando problemas como la acidosis láctica (Mendoza y Ricalde, 1993).

En la concentración de protozoarios de fluido ruminal para los tres tratamientos no hubo diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) entre periodos (Cuadro 7). Estos resultados coinciden con (Mattiolo *et al.*, 2006) quienes mencionan que en cada gramo de contenido ruminal existen  $10^4 - 10^6$  protozoarios, por esta razón la concentración de protozoarios encontrada en esta investigación se encuentra en los rangos normales.

**Cuadro 7.** Conteo de protozoarios ( $\times 10^4 \text{ mL}^{-1}$ ) en líquido ruminal de borregos alimentados con granos secos de destilería con solubles (DDGS) de maíz. En Tlatlauquitepec, Puebla, 2014.

<b>TRATAMIENTO</b>				
<b>Periodo</b>	T1	T2	T3	C.V.
<b>1</b>	17	14	19	18.33030
<b>2</b>	14	16	16	10.64996
<b>Promedio</b>	15.500	15	17.500	202.26

C.V. = Coeficiente de Variación

No hay diferencia significativa

## VII. CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones experimentales descritas para la presente investigación, se concluyó lo siguiente:

En cuanto al consumo de materia seca (CMS) y la ganancia diaria de peso (GDP), al adicionar 15 y 20 % de granos secos de destilería con solubles (DDGS) de maíz a las dietas no afectó de manera negativa el CMS y GDP promedio.

Al no existir diferencias significativas en la ganancia diaria de peso y el consumo de materia seca, tampoco se encontraron diferencias en cuanto a la conversión alimenticia, ya que estas variables están relacionadas entre sí.

De la misma manera la inclusión de los DDGS de maíz en la dieta no afectó negativamente la concentración de protozoarios ruminales.

Con respecto a la variable pH del líquido ruminal tampoco se encontraron diferencias significativas, ya que los resultados observados se mantuvieron en un rango normal para rumiantes.

Por todo lo anterior se sugiere seguir investigando la inclusión de niveles más altos de granos secos de destilería con solubles de maíz que ayude a mejorar los parámetros productivos en ovinos.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Albores. E. M. Martínez. 2009. Las micotoxinas: contaminantes naturales de los alimentos.

Amat, S., Hendrick, S., McAllister, A. T., Block, C. H., and J. McKinnon J. 2012. Effects of distillers dried grains with solubles from corn, wheat or 50:50 corn: wheat blend on performance, carcass characteristics and serum sulphate levels of feedlot steers. *Can. J. Anim. Sci.* 92:343-351.

AOAC. 1980. Official Methods of Analysis. 13<sup>th</sup> Ed. Association of official Analytical chemist. Washington D. C. pp: 1018.

Asplund, J. M. 1994. The influence of energy on amino acid supply and utilization in the ruminant, en: *Principales of protein nutrition of ruminants*. Asplund, J. M., ed. CRC Press, Boca Ratón, Florida, EEUU.

Bernick J. The homepage of agricultura Ag Web. Coma división of Farm Journal, Inc.

Blas, C. G. Mateos., y Rebollar P. G. 2003. DDGS de cebada. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos. 2<sup>a</sup> ed. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición animal. Madrid, España. 423 p. p.

Blas, C. G. Mateos G., y Rebollar P. G. 2003. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos. 2<sup>a</sup> ed. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. 423 p.

Bunckner C., D., L. Mader T., E. Erickson G., L. Colgan S., R. Mark D., R. Bremer V., K Karges K, and L. Gibson M. 2008. Evaluation of dry distillers grains plus solubles inclusión on

performance and economics of finishing beef steers. Prof. Anim. Scientist 20 (2008):404-410.

Cantón, C.J.G., Q.R., Castellanos, R.A. 2003. Medición del requerimiento energético de gestación y lactación Pp. 415-416. Congreso Latino Americano de Nutrición Animal, Cancún, Q.R. México.

Cheng, K. J., C. W. Forsberg, H. Minato, J. W. Costerton. 1991. Microbial ecology and physiology of feed degradation within the rumen, en: *Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants*. Tsuda, T., Y. Sasaki, R. Kawashima, ed. Academic Press, San Diego, California, EEUU.

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

Curzaynz. 2013. Calidad de la carne y comportamiento productivo de corderos alimentados con granos secos de destilería en la dieta.

Dale N. and Amy Batal. Distiller's Grains: Focusing On Quality Control Poultry Science Departament, The University of Georgia Athens. 2005.

Davis K., S. 2001. Corn Milling Processing and Generation of Co-products. Minnesota. Nutrition Conference Preceedings.

De Catillo. 1980. Subproductos derivados de la industria azucarera.

Dehorty, A. B. 1984. Laboratory Manual for Classification and Morphology of Rumen Cilia Protoza. CRS Pres Boca Raton London, Tokyo. Pp. 113-120.



Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México. 1997. Estado de Puebla. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, XI Censo General de Población y Vivienda, México.

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

FEDNA. 2012. Granos y solubles de maíz (DDGS) calidad media, [http://www.fundacionfedna.org/ingredientes para piensos/granos-y-solubles-de-ma%C3%ADz-ddgs-calidad-media-actualizado-nov-2012](http://www.fundacionfedna.org/ingredientes%20para%20piensos/granos-y-solubles-de-ma%C3%ADz-ddgs-calidad-media-actualizado-nov-2012).

Félix U. L., D. Félix U., M. S. Rubio L., R. D. Méndez M., A. M. Trujillo G. 2001. Análisis comparativo de carne y productos cárnicos de cabrito Alpino Fránces y Alpino Frances (3/4) con Boer (1/4). *Tec. Pec. Méx.* 39(3):237-244.

García A. D. y Kalscheur K.F. 2004. Ensilaje de granos de destilería con otros alimentos.

Guerrero José B. 2002. Crecimiento y finalización de corderos con dietas a base de granos. Instituto nacional de investigaciones forestales agrícolas y pecuarias centro de investigación regional del pacifico centro campo experimental "el verdineño". 2-4.

Huls J., T., A. Bartosh J., J. Daniel A., R. Zelinsky D., J. Held, and A. Wertz-Lutz E. 2006. Efficacy of dried distillers grains with solubles as a replacement for soybean meal and a portion of the corn in a finishing lamb diet. *Sheep & Goat Research Journal*. 21: 30-34.

IOWA CORN. 2006. Etanol y granos de destilería. Iowa corn promotion BoardIowan corn growers association.

INTA. 2002. Los subproductos agroindustriales en la alimentación de los rumiantes.

Jouany, J. 1996. Effect of rumen protozoa on nitrogen utilization by ruminants. *J. Nutrit.* 126:1335S-1346S.

Kononoff P., J., and B. Janicek. 2005 Understanding Milling Fees Byproducts for Dairy Cattle. Neb Guide G1586. University of Nebraska - Lincoln Nebraska, USA.

Krause, K. M., & Oetzel, G. R. (2006). Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 126 (3), 215-236.

Lancaster A., P., J. Corvers B., L. Thompson N., K. Fritsche L., and J. Williams E. 2007. Distiller's dried grains with solubles affects fatty acid composition of beef. *The Professional Animal Scientist*. 23: 715-720.

Mackie, R. I., C. S. McSweeney, A. V. Klieve. 2002. Microbial ecology of ovine rumen, en: *Sheep nutrition*. Feer. M., H. Dove, ed. CABI Publishing, Australia.

Mackie, R. I. and Gilchrist C.M.F. 1979. Changes in Lactate-Producing and Lactate-Utilizing bacteria in relation to pH in rumen of sheep during stepwise adaptation to high-concentrate diet. *Applied and Environmental Microbiology*. Sept. Pp: 422-430.

Mendoza, M.G.D., Ricalde-Velasco R. 1993. Alimentación de ganad bovino con dietas altas en grano. Universidad Autónoma Metropolitana. Cap. 9. Uso de aditivos alimenticios. P 97.

Munkvold, G. P. (2008) Micotoxins in ethanol Co-Products: modeling economic impacts on the livestock industry and management strategies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56:3900-3911.

Nolan, J. V. 1993. Nitrogen kinetics. Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism. Forbes, J. M. and J. France (eds.). CAB International. Australia. Pp: 123-143.

NRC. 1985. Nutrient Requirements of sheep. Sixth Revised Edit. National Academic. Press. Washington, D.C. pp: 99.

Ortega, R. L., Bores, Q. R. 2000. Sistemas de alimentación de ovinos de pelo en pastoreo. Simposio La ovinocultura, alternativa para el norte de Tamaulipas. Publicación Especial (24). Rio bravo, Tamaulipas. 31-41.

Royo, R. R., G. D. Mendosa M., S. Gonzáles M., M. E. Suárez O., R. Bárcena G, y L. Landois P. 2000. Digestibilidad *in situ* y respuesta productiva de borregos alimentados con dietas basadas en grano de sorgo tratado con amilada. Asociación Mexicana de Producción Animal. Tapachula, Chis. México. Pp: 205-208.

Schauer S., C., Stamm M., T. Maddock D., and P. Berg B. 2008. Feeding of DDGS in lamb rations. Sheep & Goat Research Journal. 23: 15-19.

Schroeder. 2010. Granos de Destilería Suplemento Energético y Proteico para el Ganado Lechero.

Shurson G. y Fraser D. 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.

SNIM. 2013. Sistema de Información e integración de mercados.

Spiehs M., H. Whitney M., and C. Shurson G. 2002. Nutrient database for Distiller's Dried Grains with Solubles produced from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. J. Anim. Sci. 80:2639-2645.

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

Stewart, C. S., M. P. Bryant. 1988. The rumen bacteria, en: *The rumen microbial ecosystem*. Hobson, P. N., C. S. Stewart, ed. Elsevier Science Publishing Co., Nueva York, EEUU.

Terevinto., C. Chiesa. 2008. Subproductos agroindustriales de origen animal.

Torres. 2010. Uso de granos secos de destilería con soluble y enzimas en la producción de pollo de engorda.

Torrescano, U. G. R, Sánchez E. Armida, Peñúñuri M. Francisco Javier, Velázquez C. Juvenal, Tineo S. Ramiro. (2009). Características de la canal y calidad de la carne de ovinos Pelibuey, engordados en Hermosillo, Sonora. *BIOTecnia* 10:41-50.

USGC. U. S. Grain Council. 2012. DDGS User Handbook.

Van Soest P. J., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism and nutrition implications in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 74:3383-3597.

Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. Cornell University Press. Ithaca, Nueva York, EEUU.

Vergnani G. 2006. Granos secos de destilería: subproductos del etanol. Asociación Maíz Argentino.

Yokohama, M. T., K. A. Johnson. 1988. Microbiology of the rumen and intestine, en: *The ruminant animal. Digestive physiology*

*and nutrition*. Church, D. C., ed. Prentice Hall, Nueva Jersey, EEUU.

Zaragoza R. J. 2009. Sistemas de alimentación en ovejas. Nutrición, bases para un adecuado plan de alimentación. 1-3 p.

Zaragoza, R.J.L. 2010. Optimización del pastoreo con ovinos. 1er Simposio de ovinocultura tropical. Palenque, Chiapas. Memorias en CD. Comité organizador "la Revista del Borrego" y Eclipse "capacitación para el desarrollo".

Zarate. 2010. Producto principal y subproductos, y/o servicios.