



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTILÁN**

UTILIZACIÓN DE UNA FUENTE DE NITRÓGENO NO PROTEICO (UREA Y UREA PROTEGIDA (OPTIGEN 1200)) EN SUSTITUCIÓN DE UNA FUENTE PROTEICA (PASTA DE SOYA) EN UNA ENGORDA COMERCIAL DE OVINOS EN ETAPA DE FINALIZACIÓN.

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

LUIS MANUEL CHÁVEZ PÉREZ

ASESOR: Dr. GUILLERMO TOMÁS OVIEDO FERNÁNDEZ

COASESOR: Dra. VIRGINIA CITLALI HERNÁNDEZ VALLE



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIAS:

A la mujer que más admiro y respeto, aquella que me dió la vida, que siempre se preocupa y desvela en silencio, aquella que siempre llevaré en mi corazón: Mi Madre.

Al hombre que no conoce los límites, capaz de dar la vida por sus semejantes, del que he aprendido que las cosas más maravillosas son las que suceden a mi alrededor día con día; ojalá en algún momento de mi vida logre tener la calidad humana que a ti te sobra. Con toda mi admiración y respeto: a Mi Padre.

A mi hermana Azucena:

Porque a pesar de las adversidades, siempre serás mi más claro ejemplo de superación, porque tienes la dicha de ser madre de un ser maravilloso; mi sobrina Fernánda. Con todo mi cariño.

A mi hermano Pedro:

Eres una parte muy importante de este rompecabezas, te respeto porque gracias a ti somos la familia que muchos quisieran tener. Ahora te tocó el privilegio de formar tu propia familia, junto a Ely y la hermosa Valentina, y darle todo el amor que recibiste en este tiempo. Siempre serás mi ejemplo a seguir.

A mi tía Sofía:

Porque también eres una parte muy importante en esta familia, gracias porque siempre estas al pendiente de que todo este en su lugar, mil gracias.

Sería una falta de respeto de mi parte no mencionar a todos mis amigos que a lo largo de este corto camino me han apoyado sin pedir nada a cambio, me llevaría todo un libro dedicarles mis más sinceros agradecimientos, ustedes saben quienes son. Con todo mi respeto.

Agradecimientos:

Al Dr. Guillermo Oviedo por darme la oportunidad de trabajar en uno de sus proyectos y al mismo tiempo confiar en mi; por compartir sus conocimientos sin recelo y con la pasión que lo caracteriza, por todo; mil gracias.

A la Dra. Citlali Hernández por su apoyo y por su tiempo otorgado, mil gracias.

A los miembros del Jurado: M.C. Jorge Alfredo Cuellar, Dra. Deneb Camacho Morfín, Rosalba Soto González y Angélica María Terrazas por su valioso tiempo otorgado para la revisión y corrección de este trabajo, mil gracias.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por darme la oportunidad de ejercer esta hermosa profesión.

## ÍNDICE

	PÁGINA
1.- ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....	2
2.-RESUMEN.....	3
3.-INTRODUCCIÓN.....	5
4.-REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	13
5.-OBJETIVOS.....	34
6.-HIPÓTESIS.....	35
7.-MATERIAL.....	36
8.- MÉTODO.....	37
9.- DISEÑO EXPERIMENTAL.....	40
10.- VARIABLES DE RESPUESTA.....	41
11.-RESULTADOS.....	43
12.-DISCUSIÓN.....	51
13.-CONCLUSIONES.....	55
14.-BIBLIOGRAFÍA.....	56

## 1. ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS.

Figura 1. Principales movimientos de la carne ovina en el mundo.....	5
Cuadro 1. Situación de la Ovinocultura en México.....	6
Cuadro 2. Inventario Ovino Nacional.....	7
Cuadro 3. Bacterias típicas del rumen, sus fuentes de energía y productos de fermentación in vitro.....	23
Figura 2. Digestión y metabolismo de los compuestos nitrogenados en el rumen.....	27
Cuadro 4. Ingredientes de las dos dietas y sus porcentajes.....	38
Cuadro 5. Composición química de las raciones en base a tablas del NRC.....	38
Cuadro 6. Resultados de AQP de la dieta control y dieta experimental (Base Tal como se ofrece).....	43
Cuadro 7. Ganancias totales de kilogramos por lote.....	44
CUADRO 8. Consumo de alimento por semana y consumo total.....	44
CUADRO 9. Ganancia de peso catorcena.....	45
Cuadro 10. Conversión alimenticia.....	47
Cuadro 11. Pesos promedio y <i>t</i> calculada por catorcena, por grupo, expresados en kilogramos.....	47
Cuadro 12.- Costo de las materias primas y costo de 100 kg de cada dieta.....	49
Cuadro 13. Consumo total, índice de conversión y costo total de producción de un kg. de cordero.....	50
Cuadro 14. Comparación con otros autores respecto a variables productivas.....	51
Cuadro 15. Comparación con otros trabajos por concepto de alimentación.....	53

## 2.- RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en la Granja Comercial "El Durazno", ubicada en el Municipio de Tlahuelilpan, en el Estado de Hidalgo. El objetivo fue comparar productiva y económicamente la sustitución de pasta de soya por urea y urea protegida. Se formaron dos lotes; uno control y uno experimental conformados por 18 corderos cada uno, todos menores de un año de edad, con un peso promedio de 34.13 $\pm$ 4.60 kg para el lote control y 34.13 $\pm$ 5.35 kg, para el lote experimental.

Los ingredientes de las dietas fueron los siguientes: Para el lote control: pasta de soya 16%, carbonato de calcio 1%, maíz molido 27%, maíz entero 27%, minerales 2%, paja de cebada 15%, salvado de trigo 12%. Para la dieta experimental: maíz molido 37.5%, maíz entero 30%, minerales 2%, paja de cebada 20%, salvado de trigo 8%, urea 2%, urea protegida 0.5% (optigen 1200).

Una vez elaboradas las dietas se tomaron muestras representativas a las cuales se les realizó un análisis químico proximal (AQP).

Los animales fueron pesados al inicio del experimento y posteriormente cada 14 días hasta la finalización del mismo; además, cada semana se pesó el alimento ofrecido y el alimento rechazado, con la finalidad de determinar consumo de alimento por lote, ganancias de peso, índice de conversión y costos de producción de un kilogramo de cordero.

El análisis estadístico que se utilizó para comparar los pesos promedio entre ambos lotes fue t de student.

El experimento tuvo una duración de ocho semanas, con un periodo de adaptación de dos semanas en el caso del lote experimental. El lote control mantuvo la misma dieta durante todo el experimento.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: el peso promedio para el lote control fue de 45.73 kg.  $\pm$  5.86 con una ganancia diaria de peso de 207 g/día y un total de 208.75 kg. totales ganados; para el lote experimental los pesos

promedio fue de 43.20 kg. +/-5.95 con una ganancia diaria de peso de 162 g/día y un total de 163.25 kg. totales ganados.

El índice de conversión alimenticia fue el siguiente: para el grupo control de 7.24 kg. de alimento consumido por 1 kg. de cordero producido y para el grupo experimental de 8.86 kg. de alimento consumido por 1 kg. de cordero producido.

Un kilogramo de alimento preparado para el lote control tuvo un costo de \$1.94; mientras que para el lote experimental el costo fue de \$1.81.

El costo de producción de un kilogramo de cordero por concepto de alimentación fue de \$14.23 para el grupo control, mientras que para el grupo experimental fue de \$16.14.

Al hacer la comparación de las medias de los pesos se mostraron literales iguales no encontrando diferencia estadística significativa.

Se concluye que el mejor comportamiento económico y productivo se obtuvo con la dieta control ya que se lograron mejores ganancias de peso con un menor consumo de alimento y un menor costo de producción.

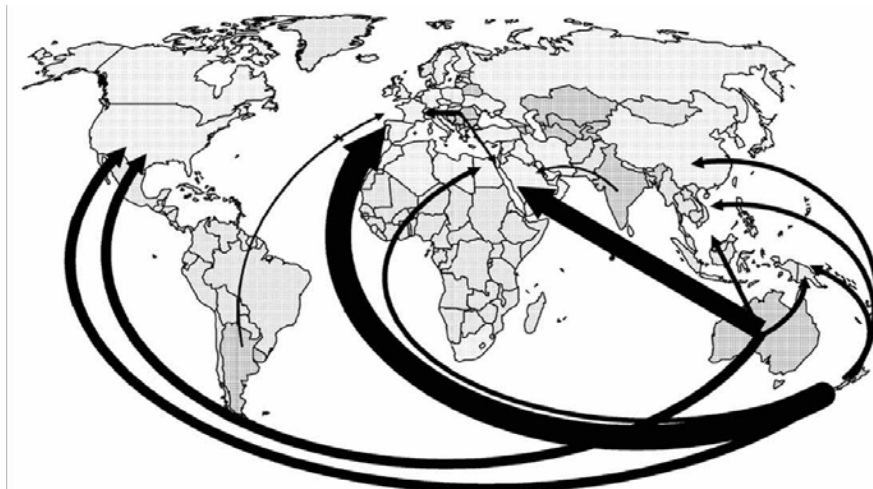


### 3.- INTRODUCCIÓN.

#### 3.1 SITUACIÓN DE LA OVINOCULTURA A NIVEL MUNDIAL.

La situación mundial del ovino ha variado muy poco en los últimos años. China continua a la cabeza del censo con 157 millones de cabezas. Australia, con 95 millones se consolida en segundo lugar de un censo mundial que ha alcanzado en el año 2004 la cantidad de 1.038 millones de cabezas. En la Unión Europea el censo de 2004 ha sido de 102 millones, incremento debido a la incorporación de los 10 nuevos países a la UE. Los máximos censales los ostentan el Reino Unido y España con 35 y 24 millones respectivamente (Coag, 2005). En lo que se refiere a la producción mundial de carne, ésta se ha situado en cifras semejantes a las del pasado año, con una ligera tendencia ascendente que ha dado lugar a una producción de 7,9 millones de toneladas, de las que China acapara un 25 % con una producción de 1,9 millones de toneladas y un 13 % correspondiente a la UE-25 con sus 990.000 toneladas, la tercera posición la ocupa Australia con 647.000 ton (Coag, 2005; Cruz, 2006).

Figura 1. Principales movimientos de la carne ovina en el mundo.



(Rancourt, 2005).

En la figura 1 se muestran los principales países que concentran la mayor cantidad de ovinos en el mundo: Nueva Zelanda, Australia, Uruguay y Argentina son los ejemplos más evidentes.(Rancourt, 2005).

### 3.2 SITUACIÓN DE LA OVINOCULTURA EN MEXICO

México tiene una población de 6.2 millones de ovinos; y pese a este dato en este momento, la ovinocultura nacional no es capaz de satisfacer la cada vez más grande demanda de carne de borrego que en la actualidad se da en México (Huerta, 2007).

Cuadro 1. Situación de la Ovinocultura en México.

INVENTARIO NACIONAL	6,250,000 cabezas.
PRODUCCIÓN NACIONAL	38,000 toneladas.
CONSUMO NACIONAL	99,000 toneladas.
DÉFICIT	61,000 toneladas.

(Soto y col, 2006)

En el cuadro 1 se observa la diferencia entre producción y consumo, el cual se cubre con carne proveniente de otros países (Chacón, 2002). Esto es paradójico pues existe buena demanda de este tipo de carne, los precios se sostienen en un promedio satisfactorio y las condiciones ecológicas de buena parte del país son aptas para la producción ovina (Soto y col, 2006). El déficit de oferta es cubierto cada vez más por ovinos provenientes de Estados Unidos en pie o en corderos congelados de Nueva Zelanda (Arbiza, 1996).

La orientación actual de la ovinocultura mexicana es primordialmente hacia la producción de carne, resultando insignificante la producción lanera. Esto es un reflejo de los altibajos del precio de este producto pecuario a nivel mundial, que pone en desventaja cuantitativa y cualitativa a las lanas nacionales, las cuales virtualmente carecen de precio y en algunas regiones solo se orientan hacia la manufactura de artesanías (Cuellar 2003).

El 55% de la población ovina se encuentra concentrada en la zona centro del país; Distrito Federal, Hidalgo, San Luis Potosí, Veracruz, Puebla, Jalisco y Michoacán. El 23% se encuentra en la zona norte; Zacatecas, Durango, Coahuila, Nuevo león, Tamaulipas y Chihuahua. El 16% en la zona sur; Oaxaca, Chiapas, Campeche, tabasco y Yucatán, y el 6% restante se encuentra disperso en otros estados del país (Arteaga, 2000).

Cuadro 2. Inventario Ovino Nacional.

<b>ESTADO</b>	<b>NUMERO DE CABEZAS</b>	<b>TONELADAS</b>	<b>ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD</b>
EDO. DE MÉXICO	1,018,158	10,788	94.4
HIDALGO	795,784	9,260	85.9
SAN LUIS POTOSÍ	459,746	3,786	121.4
VERACRUZ	409,046	9,075	45.1
PUEBLA	403,264	5,192	77.7
ZACATECAS	306,440	4,061	75.5
MICHOACÁN	237,676	2,251	105.6
JALISCO	192,959	1,543	125.1

(Soto y col. 2006).

En el cuadro 2 se puede observar en orden descendente, algunos estados del país con su inventario ovino, y se observa su producción en toneladas de carne. En la cuarta fila se anota un parámetro que se ha llamado índice de productividad, el cual se refiere a la producción de carne/su inventario. Esto quiere decir que con esas cabezas de ganado, qué tanto produce en carne (Soto y col, 2006).

Por otro lado, el consumo de carne ovina en México es casi exclusivamente en forma de barbacoa, en los fines de semana y eventos sociales, siendo pocos los platillos cotidianos que emplean ese tipo de carne (Cuellar, 2003)

### 3.3 SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN OVINA EN MÉXICO.

La producción de 1993 a 1999 se mantenía muy estable. De 1999 a 2004 tiene un incremento significativo. Sin embargo el consumo de carne ovina, aumenta todavía en mayor proporción que el incremento de la producción. Es decir, que en 1993 se tenía un déficit de 20,000 toneladas, para 1999 ese déficit era de 35,000 toneladas y en 2002 alcanza un déficit de 61,000 toneladas como ya se mencionó (Soto y col, 2006).

A pesar de que la producción ovina ocupa el último lugar por su impacto económico en la industria pecuaria nacional, es reconocida como una actividad

importante dentro del subsector ganadero, por el alto valor que representa al constituir un componente beneficioso para la economía del campesino de escasos recursos y por tener sus productos una gran demanda especialmente entre la población urbana, principalmente en las grandes ciudades como el Distrito Federal, Actopan, Tulancingo, Pachuca, Cuernavaca, Guadalajara y Monterrey (Sagarnaga, 2000).

Se debe tomar en cuenta que la mayor parte de los ovinos se encuentra en manos de campesinos sin tierra, que no piensan como alternativa para lograr un beneficio económico más allá del simple ahorro que representa el patrimonio de su rebaño del cual hace uso en situaciones económicas de emergencia. Este tipo de productor depende para la alimentación de su rebaño de los pastizales nativos cuya calidad y cantidad varían grandemente a través del año, favoreciendo estados de subnutrición, que aunado al encierro nocturno que se practica, hay una mayor susceptibilidad a las enfermedades (Arteaga, 2000)..

Por lo regular no tienen asistencia técnica y emplean técnicas tradicionales de producción, como empadre continuo, cruzamiento entre animales muy emparentados, no destetan y sus criterios de selección se basan en aspectos fenotípicos (Arteaga, 2000).

Otro tipo de productores, minoritarios y muy contrastados con el anterior, son los ovinocultores de pie de cría, que reciben asistencia técnica especializada, son sujetos de crédito, poseen instalaciones funcionales y llevan a cabo técnicas en ovinocultura de vanguardia. Aunque sus costos de producción son elevados. El precio de mercado que alcanzan sus borregos triplican o cuadriplican al de los destinados para el abasto. Un sistema intermedio, pero con el objetivo zootécnico de producir cordero para el abasto de carne, lo representan aquellos ovinocultores con una situación económica desahogada y actitud abierta que les permite acceder a una tecnología para lograr una producción eficiente (Cuellar, 2003).

Afortunadamente este tipo de productor va en franco incremento, siendo probable que de alguna manera ese sistema ovino pueda servir de puntal para lograr una mayor oferta de borrego nacional (Cuellar, 2003).

Se menciona que lo anterior es consecuencia de:

- a) Precios atractivos que tiene el ganado ovino en el mercado,
- b) Problemas de precios bajos del ganado bovino, propiciando la incursión en la ovinocultura de los ganaderos,

c) Apoyos gubernamentales específicos a la ovinocultura y avances significativos en la organización de los productores (Arteaga, 2000).

### 3.4 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE OVINOS EN MÉXICO.

Dentro de las explotaciones de ovinos en México nos encontramos con una gran diversidad de sistemas de producción. Estos van desde los basados en el pastoreo con o sin suplementación donde no se lleva ningún control, que provoca baja o nula rentabilidad en la explotación de la especie, hasta las explotaciones más tecnificadas en las cuales los borregos son engordados bajo sistemas semiestabulados o estabulados (Shimada, 2003).

Los sistemas estabulados deben contar con instalaciones adecuadas para este fin. Se caracterizan por tener ovinos que responden a la engorda ya que estos aprovechan al máximo el alimento que se les proporciona, el cuál cubre sus necesidades nutricionales en la etapa productiva en la que se encuentren. La inversión que se requiere en este tipo de sistema de producción es elevada, por las condiciones mismas de la explotación que se lleve a cabo (Haresing, 1989).

En cambio en la producción en pastoreo sin suplementación se cuenta con las instalaciones indispensables, por lo general el ganado ovino con el que se cuenta tiene un bajo índice en la ganancia de peso. Los animales son muy rústicos, lo cual les favorece para resistir variaciones del clima en donde son explotados. Estos animales tienen que buscar su alimento y éste suele no ser adecuado a las necesidades nutricionales y por lo tanto retarda el crecimiento y la engorda. La eficiencia reproductiva también se ve afectada por cuestiones nutricionales, de manejo y genéticos (Barrera, 1991).

### 3.5 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN INTENSIVA DE CORDEROS EN FINALIZACIÓN Y FACTORES QUE DEBEN CONSIDERARSE.

Los métodos de producción de corderos, varían considerablemente dependiendo de la facilidad de obtención de los alimentos; economía y condiciones climáticas (Villavicencio, 1973).

Una buena parte de la ganadería se desarrolla en sistemas de tipo extensivo con pastoreo en pastizales nativos y/o en terrenos de cultivos postcosecha con encierro nocturno (Andrade, 2006).

Estos sistemas son considerados como de autoconsumo y ahorro, bajo esas condiciones las ganancias de peso son reducidas (30 a 60 g/d) y por lo tanto, los animales presentan edades al sacrificio de 1 a 1.5 años (Andrade, 2006). En algunas áreas con pasturas abundantes y de buena calidad, la engorda de corderos, puede ser ventajosamente producida con pastos y la leche que obtienen de las borregas, sin adicionar alimentación suplementaria. En otras áreas, las pasturas son muy escasas y la alimentación suplementaria no es costeable, a menos que haya una considerable rebaja en los costos. Generalmente en esta área, es más redituable vender sus corderos para la engorda (Villavicencio, 1973).

Otros criadores obtienen mayores ganancias con la producción de corderos de otoño, ya que promueven rápidos incrementos de peso, de tal modo, que son puestos en el mercado a la edad de 6 a 12 semanas, con un peso de 14-28 Kg. respectivamente; estos corderos se conocen como corderos de invierno. Son comunes también, los engordadores de corderos, quienes los compran de un peso promedio de 25 Kg. y los alimentan durante un período de 90 a 100 días, en los cuales deben alcanzar un peso promedio de 45 Kg. que es el peso apropiado para venta. La calidad, cantidad y los costos de producción del ovino, están supeditados en gran parte, a los conocimientos y habilidad del ovinocultor para alimentar económicamente a su rebaño, haciendo más redituable su explotación (Villavicencio, 1973).

Sin embargo, en los últimos 10 a 15 años, se ha incrementado el uso de sistemas de engorda intensiva, basados en el uso de elevadas cantidades de granos (70 a 90%) y reducidas cantidades de forraje, los cuales presentan rendimientos productivos atractivos, considerando la posibilidad de obtener ganancias de peso superiores a los 200 g/d, dependientes de la raza utilizada, el clima y en gran parte de la alimentación. Este sistema ha sido muy atractivo en especial en el norte y centro de la república (Huerta, 2007).

Este sistema es muy interesante pero presenta algunos elementos que debemos de cuidar, en primera instancia el uso de niveles tan elevados de grano puede

tener como consecuencia la presencia de algunos problemas tales como acidosis por el consumo de elevadas cantidades de carbohidratos solubles tales como almidones y azúcares, lo cual en casos subclínicos puede traer como consecuencia la disminución en la absorción de ácidos grasos volátiles (AGV'S), posiblemente debido a la queratinización del epitelio ruminal y por lo tanto pérdidas de energía y reducción de la ganancia de peso, así como la disminución en el consumo y en la digestibilidad de la fibra, laminitis, polioencefalomalacea, ruminitis y abscesos hepáticos que en casos agudos puede llevar a la muerte de los animales (Andrade, 2006).

Por otra parte es importante considerar el tipo de grano a utilizar evaluando su degradabilidad y disponibilidad en la región, así como las fuentes de proteína, que permite un mejor uso de las mismas y evitando pérdidas de nitrógeno. Por otra parte, en las regiones tropicales es importante considerar el uso de forrajes presentes en las regiones como alternativas proteicas y fibrosas (Andrade, 2006).

Un sistema intensivo de engorda de corderos exitoso requiere: suministro constante de corderos con el potencial genético apropiado, mercado que adquiera el producto a buen precio, estrategias de alimentación que maximicen las utilidades de la engorda, prácticas de manejo que minimicen la incidencia de enfermedades y estrés de los animales e instalaciones apropiadas (Huerta, 2007).

### 3.6 DEBILIDADES Y AMENAZAS PARA EL SISTEMA DE ENGORDA INTENSIVO.

Una debilidad del sistema incluye una distribución limitado de corderos. Esta debilidad ha incrementado la cantidad de ovinocultores que producen corderos en sistemas intensivos (corral o pastoreo de praderas irrigadas y fertilizadas). Esta producción de corderos está amenazada por el incremento en el precio de los ingredientes para la formulación de dietas ocasionado por el incremento mundial en el precio de los cereales de los últimos meses. Por ello se deben utilizar sistemas de producción de corderos altamente eficientes. El incremento en el precio de los cereales también afecta negativamente la engorda de los corderos, particularmente cuando se utilizan alimentos comerciales. Sin embargo, la preparación de las dietas por el productor y manejo eficiente del sistema permite que el sistema siga siendo rentable. Adicionalmente, la inclusión de forraje de

buena calidad son compatibles con producción eficiente y rentable y con el tipo de producto deseado por el consumidor: cordero magro. La tasa interna de retorno del sistema de engorde intensivo de corderos es de alrededor del 62% (Huerta, 2007). Esta alta rentabilidad ha provocado la prolificidad del sistema por interés propio de los productores y apoyos oficiales en los distintos niveles de gobierno (municipal, estatal y federal). Durante el último año se han notado problemas de comercialización en algunas regiones y el precio del cordero ha tendido a la baja. Estas señales de alerta deben ser utilizadas para estimular el consumo de cordero en formas distintas a la barbacoa y en otras regiones del país (Huerta, 2007).



## **4.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

### **4.1. GENERALIDADES DE LAS PROTEÍNAS.**

Las proteínas son constituyentes orgánicos esenciales de los organismos vivos y son los nutrientes que se hallan en mayor cantidad en el tejido muscular de los animales. Todas las células sintetizan proteínas durante una parte o la totalidad de su ciclo de vida, y sin la síntesis de proteínas la vida no podría existir. Con excepción de los animales cuya microflora intestinal es capaz de sintetizar proteínas a partir de fuentes de nitrógeno no proteico (NNP), es necesario que la dieta proporcione proteínas o los aminoácidos que las constituyen a fin de que haya un crecimiento normal y se lleve a cabo otras funciones relacionadas con la producción (Mc Donald, 1999).

Las proteínas son moléculas grandes y complejas compuestas por cientos a miles de ácidos o álcalis. Aunque se han aislado más de 200 aminoácidos en los compuestos orgánicos, únicamente suelen encontrarse en las proteínas una veintena de ellos. Los aminoácidos están compuestos por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y a veces, azufre y fósforo (Thatcher, 2000). Cuatro grupos químicos con unión covalente a un átomo de carbono forman la estructura general de los aminoácidos. Estos grupos incluyen un átomo de hidrógeno, un grupo carboxilo (COOH), un grupo alfa-amino (NH<sub>2</sub>) y otros grupos químicos específicos para cada aminoácido (Mc Donald, 1999).

#### **Aminoácidos esenciales**

Los vegetales y la mayoría de los microorganismos sintetizan proteínas a partir de compuestos nitrogenados sencillos, como los nitratos. Los animales no pueden sintetizar el grupo amino, de modo que para formar las proteínas, deben recibir los aminoácidos en la ración. Algunos aminoácidos pueden obtenerse a partir de otros mediante el proceso denominado transaminación, pero los esqueletos carbonados de ciertos aminoácidos no pueden sintetizarse en el organismo animal y reciben el nombre de aminoácidos esenciales o indispensables (Thatcher, 2000).

Casi todos los trabajos de investigación iniciales en que se determinaron los aminoácidos esenciales, se realizaron con ratas alimentadas con dietas

purificadas. Para el crecimiento de la rata son necesarios los diez aminoácidos esenciales siguientes:

Arginina	Lisina	
Fenilalanina	Metionina	
Histidina	Treonina	
Isoleucina	Triptófano	
Leucina	Valina	(Maynard, 1992).

#### 4.1.1 ESTRUCTURA DE LAS PROTEÍNAS

Las proteínas son polímeros lineales de aminoácidos en los cuales el grupo amino de un aminoácido se une al grupo carboxilo de otro (puente peptídico). Los aminoácidos dispuestos en cadenas se conocen como péptidos. La unión de 2 aminoácidos forma un dipéptido, la de 3 un tripéptido y la de más de 3 un polipéptido (Maynard, 1992).

La estructura de las proteínas puede estudiarse a cuatro diferentes niveles:

**Estructura primaria:** La estructura y primaria se refiere a la secuencia (orden) de los aminoácidos en la cadena polipeptídica.

**Estructura secundaria:** La estructura secundaria de las proteínas, se refiere a la conformación de la cadena de aminoácidos que se obtiene al formarse puentes de hidrógeno entre los grupos amino (NH) y carbonilo de los aminoácidos adyacentes (Maynard, 1992).

La estructura terciaria describe la manera en que otras interacciones de aminoácidos pliegan y curvan la cadena polipeptídica para conferir a la proteína su actividad biológica.

Las proteínas tienen una estructura cuaternaria cuando contienen más de una cadena polipeptídica. Entre las cadenas de polipéptidos se forman puentes de hidrógeno, electrostáticos y iónicos que estabilizan los agregados. La estructura primaria de las proteínas es responsable de la formación de las estructuras secundaria, terciaria y cuaternaria que se forman (Maynard, 1992).

Propiedades de las proteínas.

Todas las proteínas tienen propiedades coloidales; se diferencian por su solubilidad en agua que varía desde las queratinas, que son insolubles, hasta las albúminas que son muy solubles. Aunque los grupos amino y carboxilo de los enlaces peptídicos no son funcionales en las reacciones ácido-base, todas las proteínas contienen una serie de grupos amino y carboxilo libres, bien como unidades terminales o en las cadenas laterales de aminoácidos. Por tanto, las proteínas, al igual que los aminoácidos, son anfóteras. Presentan puntos isoeléctricos característicos y tienen capacidad tampón (Mc Donald, 2002).

#### 4.1. 2 CLASIFICACIÓN DE LAS PROTEÍNAS

Las proteínas pueden clasificarse en dos grandes grupos: proteínas sencillas y proteínas conjugadas.

\*Proteínas sencillas:

Por hidrólisis estas proteínas sólo producen aminoácidos. De acuerdo con su forma, solubilidad y composición química, se subdividen en dos grandes grupos: proteínas fibrosas y proteínas globulares.

Proteínas fibrosas:

Estas proteínas que, en la mayoría de los casos, tienen funciones estructurales en las células y tejidos animales, son insolubles y muy resistentes a las enzimas digestivas de los animales. Están formadas por cadenas filamentosas alargadas que se mantienen unidas mediante entrecruzamientos. En este grupo se incluyen a los colágenos, la elastina y las queratinas. (Pelcastre, 1998).

Los colágenos son las proteínas principales de los tejidos conectivos y representan aproximadamente el 30% del total de la proteína del organismo de los mamíferos. Según se ha indicado, el aminoácido hidroxiprolina es un componente importante del colágeno. La hidroxilación de la prolina para formar hidroxiprolina requiere la presencia de Vitamina C, de modo que si existe una deficiencia en dicha vitamina, las fibras de colágeno se debilitan y pueden dar lugar a lesiones en las encías y en la piel. La elastina es la proteína que se encuentra en todos los tejidos elásticos como los tendones y arterias (Church, 2006).

Las queratinas se clasifican en dos tipos: las alfa-queratinas son las proteínas principales de la lana y el pelo. Las beta-queratinas se encuentran en las plumas, piel, picos y escamas de la mayoría de las aves y reptiles.

Proteínas globulares.

Las proteínas globulares reciben este nombre porque sus cadenas polipeptídicas están plegadas formando estructuras compactas. En este grupo se incluyen todas las enzimas, antígenos y las hormonas proteicas.

Los subgrupos de proteínas globulares incluyen a las albúminas, histonas, globulinas y protaminas (Church, 2006).

\*Proteínas conjugadas.

Las proteínas conjugadas contienen, además de aminoácidos, una fracción no protéica denominada grupo prostético. Algunos ejemplos importantes de proteínas conjugadas son las glucoproteínas, lipoproteínas, fosfoproteínas y cromoproteínas.

#### 4.1.3 ACIDOS NUCLÉICOS.

Los ácidos nucleicos son compuestos de alto peso molecular que realizan una función fundamental en los seres vivos, ya que conservan la información genética y constituyen el medio por el que se utiliza dicha información para la síntesis de proteínas. Por hidrólisis de los ácidos nucleicos se produce una mezcla de compuestos nitrogenados básicos (purinas y pirimidinas), una pentosa (ribosa o desoxirribosa) y ácido fosfórico (Mc Donald, 1999).

La cantidad de proteína en la alimentación es más importante que la calidad de la proteína. Los microorganismos del rumen utilizan nitrógeno de las proteínas de origen alimentario y nitrógeno de fuentes de NNP para elaborar aminoácidos. Los alimentos ricos en proteínas suelen ser los más caros, por lo que las raciones a menudo contienen urea, una fuente barata de nitrógeno no protéico. Las normas para el uso de la urea (Sheep Industry Development) en los regímenes alimentarios de las ovejas son:

1. Se puede usar urea hasta 1% de la ración total o 3% de la porción de concentrados, pero no debe exceder un tercio del nitrógeno total de la ración.
2. La urea no se debe usar en la alimentación de corderos jóvenes o en líneas de alimentación de desplazamiento lento.
3. La urea debe ser incluida en la alimentación de manera gradual para permitir la adaptación de los microorganismos del rumen (la adaptación completa tarda de 2 a 3 semanas).
4. La urea se debe mezclar completamente en la ración para evitar su ingestión en grandes cantidades (Flores, 1985).

#### 4.1.4 PROTEÍNA CRUDA DEGRADABLE EN RUMEN (PCDR)

La fuente de nitrógeno reviste cierta importancia en la síntesis de proteína microbiana en el rumen, se puede mencionar que, la mayoría de las fuentes de proteína para rumiantes muestran una elevada solubilidad (70-90 %) y una menor degradabilidad (65-75%), considerando que se puede aceptar bien un 70% de degradabilidad, lo que puede hacer pensar que, en un momento dado puede haber un exceso de nitrógeno amoniacal con baja utilidad para ambas entidades: la microbiota del rumen y/o el animal rumiante (Pelcastre, 1998).

Por otra parte, no todas las proteínas tienen la misma solubilidad, lo cual implica que la PCDR se transforme en amoniaco, al cual aprovechan como nutrientes los microorganismos ruminales, incorporándolo a sus tejidos, de tal forma que cuando mueren proporcionan al animal proteína microbiana, la cual puede ser de mayor o menor calidad, que comparándola con la del alimento consumido por el animal (Maynard, 1992).

Por tanto, la PCDR es aquella suministrada al animal en la dieta y que es susceptible al ataque de los microorganismos ruminales, por lo que éstos la utilizan para formar parte de sus cuerpos y reproducirse, y al morir pasan al intestino delgado como proteína microbiana, para ser absorbidos y aprovechados por el animal (Maynard, 1992).

La existencia de proteína cruda degradable en rumen es una consideración importante en la alimentación de rumiantes porque determina la cantidad de

proteína del alimento disponible para los microorganismos ruminales, así como la cantidad disponible para la digestión intestinal del animal hospedero; además, la cantidad de proteína disponible para absorción en el intestino delgado es provista en gran parte por la proteína de origen microbiano. Por otra parte, es necesario el suministro de aminoácidos esenciales para el desarrollo adecuado de los microorganismos ruminales, por lo que es importante el suplemento de proteína verdadera degradable en rumen (Schloesse, 1993).

La proteína degradable en rumen incluye nitrógeno proteínico (NP) o proveniente de proteína verdadera y NNP (Maynard, 1992).

#### 4.1.5 NITROGENO NO PROTEÍNICO (NNP)

Una gran variedad de compuestos nitrogenados, que no son clasificados como proteínicos se encuentran en plantas y animales. Dichos compuestos se han clasificado como compuestos nitrogenados no proteicos, para distinguirlos de la proteína verdadera. El NNP puede provenir de amidas, aminas, nitratos, sales de amonio, lípidos nitrogenados, purina, pirimidinas y alcaloides (Flores, 1983). Los compuestos investigados han sido la urea, sales amónicas de ácidos orgánicos, sales amónicas inorgánicas y algunas amidas como la tiourea, hidracina y biuret. Mediante estudios in vitro, se ha comprobado que el acetato amónico, succinato amónico, acetamida y fosfato diamónico, son los mejores sustratos para la síntesis de proteína microbiana que la urea; no obstante, al tener en cuenta el precio, facilidad de empleo, apetecibilidad y toxicidad, la urea ha resultado ser el compuesto nitrogenado no proteico más investigado y más empleado en la alimentación animal (Church, 2006).

Dentro del rumen, dicho nitrógeno se transforma en amoníaco, pero si la producción de amoníaco en el rumen es mayor a la capacidad de la población bacteriana para usarlo, se corre el riesgo de toxicidad o en el mejor de los casos, pérdidas importantes. Desde el punto de vista comercial, los compuestos nitrogenados no proteicos sólo tienen importancia en el caso de los rumiantes. Su empleo se basa en la capacidad de los microorganismos para utilizarlos en la síntesis de sus propios tejidos celulares, de modo que en el rumen pueden cubrir la parte correspondiente a las necesidades microbianas de nitrógeno y, mediante

la proteína microbiana, una parte de las necesidades proteicas a nivel tisular (Mc donald, 1999).

La fuente de NNP más usada en la nutrición de rumiantes es la urea, la cual puede incluirse para ayudar a complementar los requerimientos de proteína de los rumiantes a bajo costo, ya que es una fuente de nitrógeno de una baja calidad, que los microorganismos ruminales pueden mejorar. Así, si la proteína es de alta calidad (valor biológico), puede ser que esta disminuya al ser usada por microorganismos ruminales, pero si es de muy baja calidad, puede que los microorganismos la mejoren (Maynard, 1992).

Por otra parte, dado que arriba del 90% de la producción endógena de urea puede ser reciclada hacia el lumen del intestino, el animal tiene otra oportunidad para convertir urea en proteína microbiana. Los principales sitios de reciclado de urea son saliva, rumen y omaso. Las cantidades y proporciones de reciclado responden a factores como consumo de nitrógeno, degradabilidad del nitrógeno de la dieta en el rumen, tipo de forraje, relación forraje-grano y fermentabilidad de los carbohidratos en el rumen (Pelcastre, 1998).

La National Research Council (NRC) menciona que, las bacterias en el rumen pueden utilizar el NNP para constituir la proteína bacteriana, posteriormente estas bacterias son digeridas por el animal y sus proteínas son utilizadas para satisfacer las necesidades de aminoácidos que el animal requiere para la deposición de proteína en leche, lana, tejido animal o fetal. La fuente más importante de nitrógeno para los microorganismos ruminales procede normalmente de la proteína de la ración y del NNP. La flora ruminal es altamente proteolítica, por lo que gran parte de la proteína que llega al rumen es degradada hasta péptidos y aminoácidos, la mayoría de los cuales son desaminados posteriormente (Pelcastre, 1998).

El utilizar fuentes de NNP en la dieta de los rumiantes puede disminuir los costos, sin embargo, tiene limitantes, ya que puede haber toxicidad si se usan niveles altos. Si el nivel de amoniaco en el rumen es bajo, puede limitar el crecimiento bacteriano, en ese caso se pueden usar alimentos más baratos de menor calidad proteínica como los subproductos agroindustriales, excretas (principalmente de aves de corral) y de fuentes de nitrógeno no proteico (como la urea); los animales

tienden a mostrar ganancias de peso inferiores que con raciones de nitrógeno proteico; sin embargo el uso de estos productos (pollinaza y urea) permite disminuir costos de alimentación y si se busca el punto de equilibrio entre comportamiento animal y costos, estas alternativas pueden resultar bastante atractivas (Troncoso, 1995).

#### 4.1.6 PROTEÍNA CRUDA NO DEGRADABLE EN RUMEN (PCNDR)

El rumiante hospedero, a diferencia de los microorganismos que le proporcionan la mayor parte de su proteína, tiene necesidades proteicas variables. Las fluctuaciones en sus necesidades nutritivas se deben a los cambios fisiológicos normales en el animal, pero también el manejo al que estén sometidos los rumiantes domésticos puede acentuar estas variaciones durante ciertos periodos críticos (Ferreira, 2008).

En condiciones de explotación intensiva y en particular, animales en engorda, generalmente en corral, necesitan que a nivel intestinal llegue un suministro de nutrimentos altamente disponibles para su absorción y posterior uso por el rumiante y así obtener ganancias elevadas u óptimas de peso. Esto es deseable ya que la ruta metabólica de la microbiota pudiera ser poco eficaz y rápida para cubrir los requerimientos de proteína y energía de los rumiantes para su mejor productividad en una engorda intensiva (Troncoso, 1995).

La proteína que fluye al duodeno de los rumiantes está compuesta por proteína microbiana, proteína proveniente de la dieta y nitrógeno endógeno. Si la proteína que se le ofrece al animal es de mejor calidad que la proteína microbiana, lo que se busca conseguir es que llegue al tracto posterior (intestino grueso y delgado) como tal para que se absorba como si se tratase de un animal monogástrico (Maynard, 1992). Así la proteína cruda no degradable en rumen es considerada aquella proteína que llega al animal a través de la dieta, pero que escapa a la fermentación ruminal y es absorbida en el intestino delgado tal como se ofrece. Por lo general se incluye en la dieta con el fin de aportar proteína de alta calidad al animal, sin que sea dañada por la flora microbiana propia del rumen (Pelcastre, 1998).

Los requerimientos de aminoácidos a nivel de tejidos de los animales rumiantes incrementan conforme lo hace el nivel de producción del animal; por lo que NRC



(1985) recomienda la inclusión de fuentes de proteína que son poco degradadas en rumen en dietas de rumiantes altos productores para incrementar el flujo de aminoácidos hacia el intestino delgado. Sin embargo, la síntesis de proteína microbiana no debe ser alterada negativamente por dicha suplementación, ya que la baja degradación de proteína en rumen tiene efectos negativos para el crecimiento microbiano y por lo tanto, para la digestión de carbohidratos no estructurales y materia orgánica. Esto indica que, en el caso de vacas lactantes que consumen grandes cantidades de materia seca; la proteína degradable puede ser insuficiente para optimizar la fermentación ruminal debido a la rápida tasa de pasaje del contenido ruminal (Ferreira, 2008).

El potencial de las fuentes de proteína de escape a fermentación ruminal para mejorar rangos de eficiencia de ganancia de peso y balance de nitrógeno es mayor en animales jóvenes, rumiantes en crecimiento, en los cuales la suplementación de aminoácidos provenientes de rumen es insuficiente para reunir los aminoácidos metabólicos requeridos para mantenimiento y rápido crecimiento (Maynard, 1992).

En general, la eficiencia de la síntesis de proteína bacteriana es mayor en dietas que contienen fuentes de proteína degradable en rumen que en aquellas que contienen fuentes de proteína de sobrepaso, sin embargo, para evitar un exceso de nitrógeno amoniacal en el rumen, deben buscarse alimentos proteínicos de baja degradabilidad en el rumen, pues así serán mejor usadas las proteínas por el rumiante (Pelcastre, 1998).

Las fuentes de proteínas tales como sangre, pluma o harina de pescado con baja degradabilidad ruminal incrementan la baja calidad de los forrajes que consume el borrego, incrementando la calidad de proteína que llega al intestino delgado, ya que la baja degradación de proteína en rumen tienen efectos negativos para el crecimiento microbiano y por lo tanto, para la digestión de carbohidratos no estructurales y materia orgánica (Mc Donald, 1999).

#### 4.1.7 FUENTES DE PROTEÍNA NO DEGRADABLE EN EL RUMEN.

En base al contenido de proteína de sobrepaso que poseen las fuentes de proteína se pueden clasificar en:

- Bajo sobrepaso (menor al 40%): por ejemplo, caseína, harina de soya, harina de girasol, harina de cacahuete, entre otras.
- Medio sobrepaso (40-60%): por ejemplo harinolina y grano de maíz.
- Alto sobrepaso (mayor de 60%): harina de carne, gluten de maíz y harina de pescado.

Una fuente de proteína que escapa a la degradación ruminal y completa el perfil de aminoácidos de la proteína microbiana podría incrementar el comportamiento animal o decrementar la cantidad de proteína para producción (Pelcastre, 1998).

#### 4.1.8 FUENTES DE NITRÓGENO PARA LOS MICROORGANISMOS RUMINALES.

A) Degradación de la proteína de la ración y del nitrógeno no proteico.

La fuente más importante de nitrógeno para los microorganismos ruminales procede normalmente de la proteína de la ración y del NNP. La microflora ruminal es altamente proteolítica como se menciona en el cuadro 3, por lo que gran parte de la proteína que llega al rumen es degradada hasta péptidos y aminoácidos, la mayoría de los cuales son determinados posteriormente, todavía no está bien aclarado hasta qué punto el nitrógeno en forma de amoniaco o de aminoácidos es utilizado por las bacterias (Huerta, 2007).

Cuadro 3. Bacterias típicas del rumen, sus fuentes de energía y productos de fermentación in vitro.

Especies energía alternativas	Descripción	Fuentes de energía más comunes	Productos de fermentación						Fuentes de	
			acético	Propiónico	Butírico	Láctico	Succínico	Fórmico		
<i>Fibrobacter</i> (almidón) <i>succinogenes</i>	bastones Gram (-)	celulosa	+					+	+	glucosa
<i>ruminococcus</i> <i>flavefaciens</i>	estreptococos catalasa (-) con colonias amarillas	celulosa	+					+	+	xilanos
<i>ruminococcus</i> <i>albus</i>	cocos simples y emparejados	celobiosa	+						+	xilanos
<i>streptococcus</i> <i>bovis</i>	cocos de cadenas cortas gram (+), encapsulados	almidón					+			glucosa
<i>prevotella</i> almidón <i>ruminicola</i>	Gram (-), oval o en forma de bastón	glucosa	+					+	+	xilanos,
<i>megasphaera</i> glicérol <i>elsdenii</i>	cocos grandes, emparejados o en cadenas	lactato	+	+	+					glucosa,
<i>lachnospira</i> fructuosa	bastones curvos	pectinas	+					+		glucosa,

Fuente: Mc Donald (1999).

Sería sumamente útil que las bacterias ruminales degradaran la proteína únicamente en la medida necesaria para optimizar su rendimiento celular. Una situación de tal índole ayudaría al mismo tiempo a evitar los problemas de la variación diurna y falta de sincronización entre la disponibilidad de ATP y nitrógeno degradado. Sin embargo, los microorganismos proteolíticos obtienen una pequeña cantidad de energía de la degradación de proteínas, por lo que su degradación se lleva a cabo en la mayor extensión posible. Este nivel de degradación está influenciado por una serie de factores limitantes, algunos de los cuales son originados por el animal hospedador y otros por la misma actividad microbiana (Huerta, 2007).

La actividad proteolítica se puede medir determinando la curva de producción de amoníaco en el rumen tras la administración de proteína por vía oral o por vía cánula ruminal. Esta actividad puede también ser estimada para la mayor parte de las fuentes de proteína determinando el ritmo de desaparición del interior de bolsas de nylon incubadas en el rumen (Huerta, 2007).

## 4.2 UREA

### 4.2.1 ASPECTOS HISTÓRICOS SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LA UREA EN LA ALIMENTACIÓN DE LOS RUMIANTES

Se ha conocido desde hace más de un siglo, la capacidad que tienen los rumiantes para convertir nitrógeno no proteico en proteína. A partir de entonces, este tema ha sido investigado por diversos nutricionistas, quienes han demostrado que la urea puede servir como fuente de nitrógeno y sustituir en parte, a la proteína natural en la alimentación de los rumiantes (Ortega, 1981).

Forncroy y Vanquelin fueron los primeros en preparar urea en forma cristalina. En 1824 Prevost hizo el primer análisis preciso de urea y determinó su fórmula empírica. En 1828, Wöhler demostró la síntesis de urea a partir de sustancias inorgánicas, pero sintéticamente se prepara desde 1935. En forma industrial se obtiene por la síntesis de Wöhler o tratando amoníaco en forma de gas (Flores, 1986).

La proteína siempre ha estado en poca disponibilidad en el mundo. Durante la Segunda Guerra Mundial (1940) tuvo mayor auge la sustitución de suplementos proteicos en los Estados Unidos. Mucha gente consideró que el nitrógeno faltante en las proteínas de los alimentos de origen vegetal, necesarios para satisfacer las metas de producción durante la guerra, podrían ser satisfechos por el uso gradual de urea en la alimentación de los rumiantes. Pero no fue sino hasta 1950 cuando tomó auge su utilización en forma más generalizada (Soto, 2006).

### 4.2.2 GENERALIDADES Y CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS.

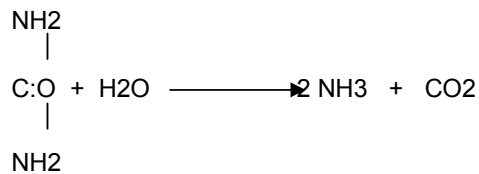
La urea es un producto sólido, blanco, cristalino, deliquescente, cuya fórmula es la siguiente:



(Flores, 1985).

El contenido en nitrógeno de la urea pura es de 466 g/kg., lo que equivale a un contenido en proteína de  $466 \times 6.25 = 2.913$  g/kg. La urea para piensos incluye un aditivo inerte para evitar el apelmazamiento y permitir un buen grado de fluencia; como consecuencia, el contenido en nitrógeno desciende a 464 g/kg, lo que equivale a un contenido en proteína bruta 900 g/kg.

La urea se hidroliza por la actividad ureásica de los microorganismos del rumen, con producción de amoníaco:



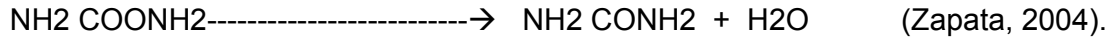
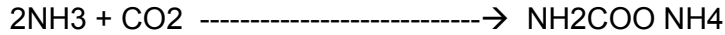
(Zapata, 2004).

La facilidad y rapidez con que tiene lugar esta reacción en el rumen, determina dos problemas importantes debido a la excesiva absorción de amoníaco en el rumen. Por esta causa, puede producirse una pérdida de nitrógeno y existe el peligro de intoxicación por amoníaco. La urea, también llamada carbamida, se encuentra en la orina (2.5%) y en la sangre. Se produce por descomposición de las proteínas por las proteasas, convirtiéndolas en ácidos aminados. Como productos finales de la degradación proteica, además de urea se obtiene amoníaco (NH<sub>3</sub>) y parte de los aminoácidos se transforman en ácidos grasos volátiles (harsing, 1998).

La urea es uno de los compuestos orgánicos que se fabrican sintéticamente, cuya función primordial es ser fertilizante de residuo ácido. Tiene una apariencia semejante a la sal común, granulosa, de color blanco casi cristalino, inodora, de sabor amargo y refrescante, soluble en agua, menos en alcohol y mucho menos en éter, su densidad es de 1.33 y funde a 132 °C (Villavicencio, 1973).

Por lo general el producto usado como suplemento en el alimento contiene 42 ó 45% de nitrógeno. Este porcentaje multiplicado por 6.25, da la cantidad de proteína cruda o equivalente. En este caso, contiene 262 ó 281% de proteína equivalente ( $6.25 \times 0.42$  ó  $6.25 \times 0.45$ ). Motivo por el cual se considera una fuente extremadamente vigorosa en proteína (Maynard, 1983).

La urea, al igual que el nitrato de amonio es un producto de la elaboración sintética del amoniaco, los materiales básicos para la elaboración o formación de la urea son el bióxido de carbono y el amoniaco; siendo su proceso de síntesis el siguiente:



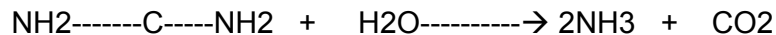
### 3.2.3 LA UREA COMO FUENTE DE NNP Y SU BIOSÍNTESIS

El propósito de adicionar compuestos nitrogenados no proteicos en la alimentación de los rumiantes es para proveer iones de amonio los cuales pueden incorporarse en las proteínas por la población microbiana del rumen. La base de este mecanismo es la reacción:



Las bacterias en el rumen no utilizan completamente la energía de las dietas ofrecidas a los rumiantes, a menos que sea provista una proteína adecuada o nitrógeno a partir de fuentes no proteicas (NNP).

La urea es la fuente más común y económica de NNP. Una característica del NNP es su alto grado de solubilidad y como resultado su rápida conversión a amoniaco. La presencia de ureasa bacteriana también degrada urea pronto en CO<sub>2</sub> y amoniaco, como se ve:



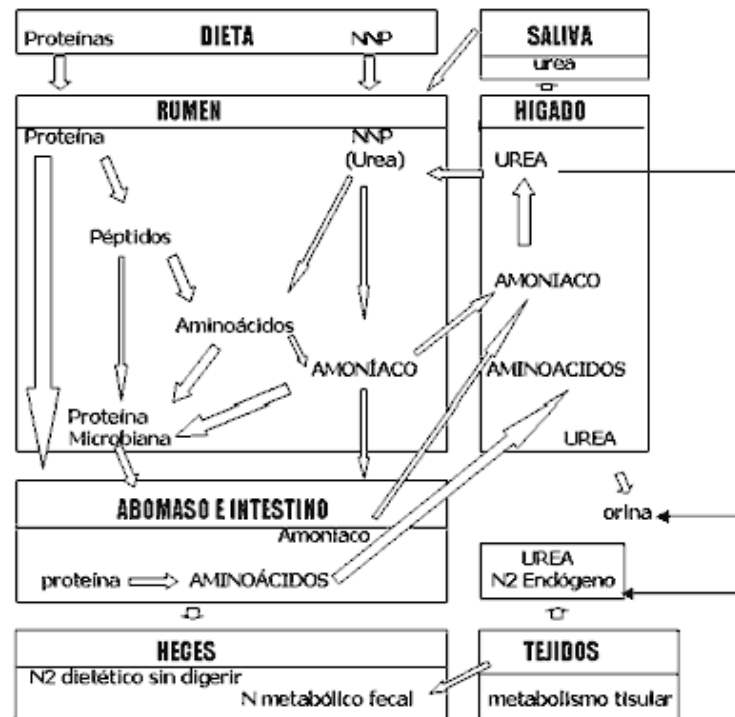
Una vez en el rumen, la urea rápidamente se disuelve e hidroliza, formando NH<sub>3</sub>, por acción de la ureasa bacteriana; a continuación las bacterias pueden utilizar el NH<sub>3</sub> para la síntesis de aminoácidos necesarios (Butterworth, 1985; Maynard, 1992).

La urea es el producto final más importante del metabolismo de las proteínas en los mamíferos como se muestra en la figura 1 (Mc Donald, 2002). Se obtiene de dos fuentes: del hígado a partir de la síntesis de los aminoácidos (carnívoros), y del tracto digestivo (herbívoros) por la acción de la flora bacteriana sobre las proteínas y substancias nitrogenadas no proteicas, las cuales son

absorbidas por el rumen o el intestino y conducidas al hígado por la circulación enterohepática (Haresing, 1989).

Ahí el amoníaco (producto de la transformación de aminoácidos y proteínas) y el dióxido de carbono reaccionan con una serie de aminoácidos (ornitina, citrulina, arginina) transformándose en urea. Esta pasa a la circulación general, a los tejidos, en donde es relativamente estable por no existir en ellos enzimas específicas que la hidrolicen y finalmente, se elimina por los riñones (Zapata, 2004).

Figura 2. Digestión y metabolismo de los compuestos nitrogenados en el rumen.



(Mc Donald, 2002).

En la figura 2 se menciona como la urea que escapa a la excreción urinaria puede pasar al rumen por vía salival y por difusión a través de la pared del rumen debido a un gradiente de concentración. Como en los no rumiantes, la síntesis de urea en el hígado de los rumiantes implica el ciclo de Krebs-Henseleit (Cruz, 1986).

#### 4.2.4 VÍAS DE DIGESTIÓN, ABSORCIÓN Y METABOLISMO DE NITRÓGENO EN EL RUMIANTE

Parte del NNP dietético es utilizado para la nutrición de los microorganismos del rumen. Sin embargo, en último extremo la función del N de la dieta es para el mantenimiento de los tejidos y para la síntesis tisular y láctea. El grado de eficiencia de la utilización de N es de la mayor importancia en la producción económica de productos animales (Reyes, 1991).

El amoniaco se desprende con relativa rapidez del NNP, especialmente de la urea en el rumen. Actualmente se producen algunos preparados de urea con un índice reducido de liberación de amoniaco (Schloesse, 1993).

No se conoce un sistema enzimático que pueda incorporar la urea como tal en los tejidos del organismo. Los animales dependen de ureasa microbiana en el tracto gastrointestinal o en el rumen para la hidrólisis de urea o amoniaco (Reyes, 1991).

El rumen es anaeróbico y las fermentaciones anaeróbicas producen cantidades mínimas de ATP; debido a la poca producción de ATP la cantidad de amoniaco incorporado a la proteína microbiana es limitada. El amoniaco que no es utilizado por los microorganismos ruminales es absorbido del rumen a la sangre portal y transportado al hígado (Huerta, 2007).

Las enzimas hepáticas, convierten el amoniaco en urea con una gran eficiencia. Los niveles de amoniaco en sangre no aumentan sino hasta que los niveles de amoniaco ruminal exceden 90 mg/100 ml de líquido ruminal (Schloesse, 1993).

#### 4.2.5 REQUISITOS Y RECOMENDACIONES PARA SU EMPLEO

La urea se utiliza ampliamente como fertilizante para las plantas, pero también puede utilizarse para alimentar a los rumiantes (bovinos, ovinos y caprinos), ya que estos animales tienen la capacidad de formar proteína para nutrirse, a partir de este compuesto, con resultados satisfactorios.

A continuación se enumeran algunos requisitos necesarios que deben observarse para la alimentación de los rumiantes:

- 1- Para que los organismos del rumen utilicen al máximo la urea, deben realizarse simultáneamente dos procesos en el rumen: La degradación del



NNP en amoníaco y la fermentación de los carbohidratos para suministrar energía para la síntesis proteica bacteriana. Por lo que la ración deberá contener materiales utilizables, tales como granos y melazas en función de fuentes energéticas de almidones y azúcares.

- 2- Suministrar todos los elementos minerales mayores y menores en las cantidades necesarias. Préstese especial atención al calcio, fósforo, cobalto, magnesio, zinc, azufre y yodo.
- 3- La urea deberá ser de granulación, suelta o libre, y de antemano o con anticipación, deberá mezclársele completamente con el alimento (Reyes, 1991).

#### SE RECOMIENDA USAR LA UREA EN LOS SIGUIENTES CASOS:

- Para completar el contenido proteico de diversos esquilmos agrícolas tales como rastrojos, pajas de cereales, socas, olotes, etc. Estos desechos agrícolas son pobres en proteínas pero ricos en energía fácilmente disponible y de bajo costo, que pueden enriquecerse con urea.
- Sustituir parcialmente alimentos ricos en proteínas pero de costo muy elevado como en el caso de las pastas de coco, soya, girasol, cártamo, etc.; ya que los efectos obtenidos son semejantes de ambos casos en cuanto a producción.
- Para complementar el contenido proteico de ensilados de diferentes forrajes. La utilización de estos forrajes sin el complemento de urea es ineficaz y puede influir negativamente en la salud de los animales (Reyes, 1991).

#### 4.2.6 SUGERENCIAS PRÁCTICAS

- Cuando se inicie la alimentación de rumiantes con raciones que incluyen urea, es necesario adaptar a los animales a su consumo, proporcionando un tercio la primera semana, dos tercios la segunda y toda la urea calculada a proporcionar en la dieta a partir de la tercera semana.
- Realice una homogeneización adecuada de la urea en el alimento que se proporcione a los animales para obtener los resultados deseados. Los suplementos con alto contenido de urea no deberán esparcirse a voleo encima de la superficie de los alimentos colocados en los comederos y pesebres para prevenir problemas de intoxicación.

- Por la misma razón, se recomienda no suministrarla a animales enfermos, hambrientos, en ayunas, bovinos menores de cuatro meses y hembras primerizas.
- Si la urea se emplea en raciones pobres en proteína y contiene mucha fibra, es necesario completar dichas dietas con alimentos ricos en energía o hacer más digestible la fibra mediante un tratamiento adecuado. De lo contrario, su uso resulta ineficaz y puede producir intoxicación (Zapata, 2004).

#### 4.2.7 TOXICIDAD DE LA UREA

Patogenia.

Desde hace muchos años se han conocido signos tóxicos asociados con cantidades excesivas de urea en la alimentación de los rumiantes. El uso indiscriminado de la urea en el país, es causante de diversas pérdidas económicas por muerte en los animales intoxicados.

La facilidad y rapidez con que tiene lugar esta reacción en el rumen, determina dos problemas importantes debido a la excesiva absorción de amoníaco en el rumen (Maynard, 1983; Smith, 1979). Por esta causa puede producirse una pérdida de nitrógeno, y existe el peligro de intoxicación por amoníaco. La urea es hidrolizada en el rumen, mediante la ureasa microbiana, hasta amoníaco y dióxido de carbono; posteriormente el amoníaco es incorporado a la proteína microbiana o cuando su cantidad resulta excesiva, pasa a la corriente sanguínea al ser absorbido a través de la pared del rumen (Church, 1993). La intoxicación se caracteriza por contracciones, ataxia, sialorrea, tetania, timpanismo y trastornos de la respiración (se ha indicado que la respiración puede ser superficial y rápida, o lenta y profunda). Los niveles de urea en la ración determinan efectos variables, por lo que no es posible determinar límites exactos para los distintos animales. En el ganado ovino, animales que consumieron la pequeña cantidad de 8.5 g/día murieron, en tanto que otros animales que consumieron 100 g/día no presentaron efectos negativos. Los síntomas de intoxicación se presentan cuando el nivel de amoníaco en la sangre periférica supera los 10 mg/kg alcanzándose el nivel letal, aproximadamente, a los 30 mg/kg. Dichos niveles se corresponden con niveles de amoníaco en el rumen cercanos a los 800 mg/kg, dependiendo el nivel real del pH. El amoníaco que es el verdadero agente tóxico, en el envenenamiento por

urea, es más tóxico si el pH del rumen es alto, debido a la mayor permeabilidad de la pared del rumen al amoníaco no ionizado que al ionizado, que es el predominante si el pH es bajo (Maynard, 1983).

La urea debe administrarse de modo que el ritmo de degradación sea lento y se favorezca la utilización del amoníaco para la síntesis de proteína. El empleo de la urea resulta más eficiente al administrarla como suplemento de nitrógeno en las raciones de bajo contenido proteico, especialmente si la proteína es resistente a la degradación microbiana. Además, la ración debe incluir alguna fuente de energía fácilmente utilizable, para que se vea favorecida la síntesis de proteína microbiana y se reduzcan las pérdidas de nitrógeno. Al mismo tiempo, la llegada al rumen de carbohidratos fácilmente utilizables, determina un rápido descenso del pH del rumen, con lo que se reducen los riesgos de intoxicación ya que la absorción de amoníaco aumenta cuando se produce alcalosis en el rumen (20). La mayoría de los problemas planteados por la urea pueden evitarse reduciendo el número y la magnitud de las comidas. Para evitar el riesgo de intoxicaciones, no debe administrarse en forma de urea más de la tercera parte del nitrógeno de la ración y, siempre que sea factible, debe consumirse en tomas reducidas y frecuentes (Smith, 1979).

Un pH alcalino parece ser el factor más importante para que sean altas las concentraciones de amoníaco en sangre y la consiguiente toxicidad en animales que consumen urea. En comparación con la urea, las sales amónicas influyen menos sobre el pH del rumen, y puede existir una elevada concentración de amoníaco en el rumen sin manifestaciones de toxicidad si el pH del rumen se mantiene por debajo de 7.4 aproximadamente. Se ha logrado que los suplementos líquidos de urea sean menos tóxicos mediante la adición de ácido fosfórico, y con el recubrimiento de las partículas de urea con lípidos o la aplicación de tratamientos de extrusión a las mezclas de cereales-urea para frenar la liberación de amoníaco y reducir la toxicidad (Wayne, 2002).

El amoníaco absorbido puede ser excretado por la orina en forma de sales amónicas, usado en la transaminación para formar glutamina o convertido en urea por el hígado. La formación de urea con su posterior reciclado mediante la saliva o su excreción con la orina es el principal medio para eliminar el exceso de amoníaco en la sangre. Cuando se supera la capacidad del hígado para convertir

el amoníaco en urea, aumentan los niveles de amoníaco en sangre. Concentraciones de unos 2 a 4 mg de N procedente del  $\text{NH}_4$ /dl de sangre se asocian generalmente con muertes inducidas por la urea. Sin embargo, se ha descubierto posibilidad alta de que se produzca intoxicación cuando la concentración en sangre de N del  $\text{NH}_4$  es superior a 0.8 mg/dl en los 60 minutos siguientes al consumo de urea (Maynard, 1992).

#### 4.2.8 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA INTOXICACIÓN CON UREA

Se ha observado que la intoxicación con urea ocurre fácilmente, cuando ésta es suministrada por medio de sonda ruminal. Si los animales han estado en ayunas o si la dieta es deficiente en carbohidratos de alta digestibilidad. Sin embargo, este tipo de intoxicación es influenciado por factores tales como:

1. ph
2. Proteína
3. Adaptación del hígado
4. Energía
5. Rapidez de consumo
6. Condiciones del animal
7. Uso de fosfato-urea

Otros factores predisponentes son la falta de agua, los forrajes pobres, el ayuno prolongado, la falta de un periodo mínimo de adaptación (15 días para el ganado de engorda y 7 semanas para el ganado lechero); errores humanos ya sea en el mezclado del alimento que no es homogéneo, así como acumulación de urea después de fertilizar praderas (Zapata, 2004).

#### 4.2.9 TRATAMIENTO Y PROFILAXIS.

Una solución al 5% de ácido acético administrada oralmente en cantidades suficientes (unos 4 litros de vinagre común serán suficientes para una vaca de 450 kg) para neutralizar el exceso de amoníaco en el rumen resulta eficaz si es administrada antes de que la tetania presente manifestaciones de gravedad.

Cantidades adicionales de agua fría administrada por vía oral pueden resultar beneficiosas al reducir la hidrólisis de urea para formar amoníaco y diluir el

amoníaco ya presente, reduciendo así la concentración del que puede ser absorbido (Church, 1993).

Este tratamiento solamente resulta eficaz en las primeras etapas de la tetania y pocas veces resulta factible si aparecen afectados muchos animales al mismo tiempo. El vaciado del rumen mediante una incisión con navaja en la región de la fosa paralumbar, tal como se realiza para el tratamiento de emergencia del meteorismo, puede ser más beneficioso que otros procedimientos si la tetania es intensa (Church, 1993).

#### 4.3 UREA PROTEGIDA.

La urea protegida es un tipo de urea cubierta con un polímero biodegradable que tiene la característica de liberarse paulatinamente (Optigen 1200, Alltech S.A.). Este material es un nitrógeno altamente concentrado. Puede realizar la función del rumen aportando el nitrógeno a las bacterias ruminales en una tasa que optimice la conversión del nitrógeno en la proteína bacteriana. También aumenta la densidad del nitrógeno de la fracción proteica de la dieta, y crea más espacio para la inclusión de la fibra digestible y de la energía de la ración (Haresing, 1998).

## **5.- OBJETIVOS**

### **5.1.- OBJETIVO GENERAL:**

Evaluar la eficacia, tanto productiva como económica, en una engorda comercial de ovinos en la etapa de finalización, mediante la sustitución de una fuente de proteína verdadera (pasta de soya) por una fuente de nitrógeno no proteico (urea al 2%) además de urea protegida (optigen al 0.5%).

### **5.2.- OBJETIVOS PARTICULARES:**

-Determinar que dieta es la más adecuada tomando en cuenta variables productivas importantes como ganancias diarias de peso, ganancias totales de peso, consumo promedio e índice de conversión en cada lote.

-Determinar los costos de producción de un kilogramo de cordero basándose en la alimentación y la aplicación de biológicos.

## **6.- HIPÓTESIS**

Si se sustituye la principal fuente proteica (pasta de soya) por NNP (urea natural y protegida) a una dieta de corderos en engorda en etapa de finalización, se obtendrán mejoras en los parámetros productivos y económicos.

## 7.- MATERIAL

El material que se utilizó para la realización de este trabajo fue el siguiente:

Una báscula de reloj con peso máximo de 100 kg. con una medición mínima de 250 g.

2 Comederos tipo tolva con capacidad de 200 kg. y 300 kg respectivamente.

1 Molino de 99 martillos con un motor de 10 HP de energía trifásica con una criba de una pulgada.

2 Bebederos automáticos conectados a una toma de agua con un tramo de manguera de plástico de ½ pulgada y un flotador de plástico para mantener un llenado constante.

Cuerdas

Costales para envasar el alimento, lazos, palas, cubetas, escobas.

Politoxoide-bacterina clostridial.

Antiparasitario oral (Closantil 15 %), jeringas de 5 ml.

Aretes de metal, pinzas aretadoras, crayones y marcadores permanentes.



## **8.- MÉTODOS.**

### **8.1. LOCALIZACIÓN.**

Este trabajo se llevó a cabo en la granja comercial de ovinos de engorda de tipo intensivo en estabulación “El Durazno” ubicada en el municipio de Tlahuelilpan, en el Estado de Hidalgo con las siguientes coordenadas; 28°07’47” latitud norte y 99°13’43” oeste, a una altura de 2040 metros sobre el nivel del mar (msnm). El clima se clasifica como templado frío con lluvias en verano.

### **8.2. ANIMALES.**

Se utilizaron un total de 36 corderos, divididos en dos lotes de 18 corderos cada uno. Los corderos utilizados para este trabajo fueron comprados en la misma región y eran de raza criolla, todos menores de un año de edad.

### **8.3. INSTALACIONES.**

Dentro de la explotación comercial se tomaron dos corrales, uno para el grupo control y otro para el grupo experimental. Estos corrales estaban hechos con base de tabicón y concreto en sus paredes, pisos de piedra y cemento, techos de lámina, puertas de fierro tubular, cada corral contenía un comedero tipo tolva con capacidad de 200 kg y un bebedero con su flotador de plástico conectado a una toma de agua por medio de una manguera de plástico de media pulgada.

### **8.4. DIETA.**

La elaboración de la dieta se hizo en la misma granja; cada ingrediente fue comprado por separado y proveniente de la región. En el cuadro 4 se muestran los ingredientes utilizados para los dos grupos y el porcentaje de los mismos.

Cuadro 4. Ingredientes de las dos dietas y sus porcentajes.

<b>INGREDIENTE</b>	<b>GRUPO CONTROL (%)</b>	<b>GRUPO EXPERIMENTAL (%)</b>
<b>Carbonato de calcio (cero fino)</b>	1.0	0
<b>Maíz molido</b>	27.0	37.5
<b>Maíz entero</b>	27.0	30.0
<b>Minerales</b>	2.0	2.0
<b>Paja de cebada</b>	15.0	20.0
<b>Pasta de soya</b>	16.0	0.0
<b>Salvado</b>	12.0	8.0
<b>Urea</b>	0.0	2.0
<b>Urea protegida (optigen)</b>	0.0	0.5

Cuadro 5. Composición química de las raciones en base a tablas del NRC.

<b>COMPONENTES</b>	<b>GRUPO CONTROL (%)</b>	<b>GRUPO EXPERIMENTAL (%)</b>
<b>E.M. Kcal/kg/MS.</b>	2.76	2.69
<b>P.C.</b>	15.03	15.87
<b>F.C.</b>	10.01	10.85
<b>E.E.</b>	3.25	3.47
<b>Ca.</b>	1.03	0.61
<b>P.</b>	0.46	0.34
<b>Proteína verdadera.</b>	15.03	8.84
<b>N.N.P.</b>	0.0	7.03

(NRC, 1985).

EM. Kcal./kg/MS.- Energía metabolizable en kilocalorías por kilogramo de materia seca; P.C.- Proteína cruda; F.C.- Fibra cruda; E.E.- Extracto etéreo; N.N.P.- Nitrógeno no proteico; Ca -calcio; P- fosforo.

En el cuadro 5 se muestra la composición química de las raciones con base a tablas del NRC, 1985. Cada ingrediente fue añadido de manera individual; con lo que respecta a la paja de cebada se molió, y posteriormente se mezclaron todos los ingredientes, se encostalaron y pesaron para su almacenamiento y posterior utilización.

Una vez elaborado las dos dietas se les realizó un análisis químico proximal (AQP) en el departamento de Zootecnia, sección Nutrición Animal, de la Universidad Autónoma de Chapingo.

## **9.- DISEÑO EXPERIMENTAL.**

### **9.1. MANEJO NUTRICIONAL.**

Los animales se pesaron al inicio del experimento. Como los animales ya estaban adaptados al alimento concentrado, ya que el experimento se hizo en la fase final de la engorda, se les dio como adaptación la dieta control a los animales del lote experimental durante dos semanas, posteriormente se les ofreció la dieta experimental hasta el final del mismo, y para el lote control todo el experimento se mantuvo con la misma dieta.

Ya hechas las dietas se pesaba el alimento ofrecido administrándose a libre acceso, la cantidad ofrecida se dio con base en el cálculo del consumo en siete días, tomando en cuenta el peso de los animales, ya que cada semana se les llenaba el comedero tipo tolva, antes de esto se retiraba el alimento rechazado y se pesaba para así poder obtener el consumo del alimento.

### **9.2 LOTIFICACIÓN.**

Todos los animales se identificaron con aretes de metal numerados, la mayor parte de los animales ya venían aretados y en el caso de los que no tenían arete se les ponía. Cada 14 días se pesaron para poder calcular la ganancia diaria de peso.

### **9.3 MANEJO SANITARIO.**

Dentro de este manejo se procedió a aplicarles un politoxoide-bacterina clostridial de forma subcutánea a nivel de la axila; además se desparasitaron con Closantil oral al 15%; con una dosis de 5 mg/kg de peso vivo.

## 10.- VARIABLES DE RESPUESTA

Las variables de respuesta que se midieron para determinar el comportamiento productivo y económico de los corderos fueron las siguientes:

### 10.1 KILOGRAMOS GANADOS POR LOTE

Los kilogramos ganados por lote se obtuvieron restándole el peso inicial al peso final de la engorda.

### 10.2 CONSUMO PROMEDIO DE ALIMENTO

Esta variable comprende el consumo y el rechazo de alimento en base húmeda, restando la cantidad de alimento rechazado a la cantidad de alimento ofrecido.

### 10.3 GANANCIAS DIARIAS DE PESO

Para determinarla se pesaron los animales al inicio del experimento y al final, con intervalos de 14 días a lo largo de todo el experimento. La diferencia entre ambos pesos fue dividida entre la cantidad de animales de cada lote y entre los días del periodo que fue de 56 días.

$$GDP = \frac{PF - PI}{NA / D}$$

Donde:

GDP= Ganancia diaria de peso

PF= Peso final

PI= Peso inicial

NA= Número de animales

D= Días del experimento.

### 10.4 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Este dato se determinó dividiendo el consumo total de alimento, entre el total de kilogramos ganados por grupo en cada uno de los lotes.

## 10.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La evaluación estadística a la que se sometió el trabajo fue la prueba t de Student; es una prueba estadística para comparar si dos grupos son diferentes entre sí de manera significativa (Wayne, 2002).

## 11.- RESULTADOS

### 11.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL (AQP).

El análisis químico proximal (AQP) de las muestras se realizó en el Departamento de Zootecnia, sección Nutrición Animal, de la Universidad Autónoma Chapingo. Los resultados se muestran en el cuadro 6:

Cuadro 6. Resultados de AQP de la dieta control y dieta experimental (Base Tal como se ofrece).

<b>FRACCIÓN</b>	<b>DIETA CONTROL</b>	<b>DIETA EXPERIMENTAL</b>
	<b>%</b>	<b>%</b>
<b>Humedad</b>	15.3	16.1
<b>Materia seca</b>	84.7	83.9
<b>Cenizas</b>	5.6	1.6
<b>Materia Orgánica</b>	79.1	82.9
<b>Proteína Cruda</b>	10.75	15.0
<b>Extracto Etéreo</b>	2.8	4.4
<b>Fibra cruda</b>	6.7	6.5
<b>Extracto libre de N</b>	58.8	56.5
<b>Total</b>	100	100

Al hacer la comparación entre los resultados obtenidos en el cuadro 6 vemos que la proteína cruda en el caso de nuestra dieta experimental es mayor que la dieta control, suponiendo que algún error en el momento del muestreo, error a nivel de laboratorio ó la metodología que se lleva a cabo al momento de hacer el AQP cuando una dieta incluye NNP pudiera influir en los valores obtenidos.

### 11.2. KILOGRAMOS GANADOS POR LOTE.

En el cuadro 9 se muestran los resultados, reflejando mejores ganancias totales de peso en el caso del lote control con respecto al lote experimental con una diferencia de 45.5 kg.

Cuadro 7. Ganancias totales de kilogramos por lote.

	<b>PESO FINAL (kg)</b>	<b>PESO INICIAL (kg)</b>	<b>KG TOTALES GANADOS (kg)</b>
<b>LOTE CONTROL</b>	823.25	614.5	208.75
<b>LOTE EXPERIMENTAL</b>	777.75	614.5	163.25

### 11.3 CONSUMO TOTAL DE ALIMENTO

CUADRO 8. Consumo de alimento por semana y consumo total.

		<b>GRUPO CONTROL</b>	<b>GRUPO EXPERIMENTAL</b>
<b>SEMANA 1</b>	Ofrecido (kg)	190.5	190.0
	Rechazado (kg)	13.5	12.0
	<b>Consumo (kg)</b>	<b>177.0</b>	<b>178.0</b>
<b>SEMANA 2</b>	Ofrecido (kg)	191.0	190.0
	Rechazado (kg)	16.0	6.25
	<b>Consumo (kg)</b>	<b>175.0</b>	<b>183.75</b>
<b>SEMANA 3</b>	Ofrecido (kg)	189.5	187.0
	Rechazado (kg)	7.1	21.75
	<b>Consumo (kg)</b>	<b>182.4</b>	<b>165.25</b>
<b>SEMANA 4</b>	Ofrecido (kg)	189.25	184.25
	Rechazado (kg)	3.0	17.50
	<b>Consumo (kg)</b>	<b>186.25</b>	<b>166.75</b>
<b>SEMANA 5</b>	Ofrecido (kg)	190.75	191.0
	Rechazado (kg)	6.0	6.25
	<b>Consumo (kg)</b>	<b>184.75</b>	<b>184.75</b>
<b>SEMANA 6</b>	Ofrecido (kg)	207.25	190.75
	Rechazado (kg)	3.25	16.0
	<b>Consumo (kg)</b>	<b>204.0</b>	<b>174.75</b>
<b>SEMANA 7</b>	Ofrecido (kg)	208.5	199.50
	Rechazado (kg)	5.0	6.25
	<b>Consumo (kg)</b>	<b>203.5</b>	<b>193.25</b>
<b>SEMANA 8</b>	Ofrecido (kg)	206.25	206.0
	Rechazado (kg)	6.75	5.0
	<b>Consumo (kg)</b>	<b>199.5</b>	<b>201.0</b>
	<b>Consumo total</b>	<b>1512.4</b>	<b>1447.5</b>



En el cuadro 10 se muestra el consumo de alimento por semana y total en ambos grupos, observando un mayor consumo por parte del grupo control. En la segunda semana se nota una disminución en el consumo del alimento por parte del grupo experimental, el cual se va incrementado con el paso de las semanas. Esta disminución en el consumo coincidió con el final del periodo de adaptación y la adición de urea al alimento como parte de los ingredientes. En este caso algún aditivo que hiciera la dieta experimental más palatable o hacer el cambio de la misma de manera gradual modificaría el consumo. El grupo control siempre mantuvo la misma dieta; esto se reflejó en el consumo, el cual siempre mantuvo una tendencia a incrementarse.

#### 11.4 GANANCIAS DIARIAS DE PESO.

CUADRO 9. Ganancia de peso catorcenal.

PESAJE	1	2	D.P.	3	D.P.	4	D.P.	5	D.P.
GRUPO CONTROL (kg)	614.5	683.95	<b>69.45</b>	724.75	<b>40.8</b>	789.5	<b>64.75</b>	823.25	<b>33.75</b>
GRUPO EXPERIMENTAL (kg)	614.5	677.5	<b>63.0</b>	700.75	<b>23.25</b>	737.5	<b>36.75</b>	777.75	<b>40.25</b>

D.P:- Diferencia de peso.

En el cuadro 11 se muestran las ganancias de peso con un intervalo de 14 días, mencionando que el pesaje 1 corresponde al inicio del experimento y el pesaje 5 es el pesaje final grupal. Se nota un mejor comportamiento por parte del grupo control con mejores ganancias de peso excepto en las últimas dos semanas en las cuales se observa una mejor ganancia en el grupo experimental.

Una vez que se obtuvieron los pesos, inicial y final, en ambos grupos; se procede a calcular las ganancias diarias de peso. Para esto se aplica la fórmula ya mencionada;

$$GDP = \frac{PF - PI}{NA / D}$$

Grupo control

$$GDP = \frac{823.25 - 614.5}{18} = \frac{208.75}{18} = 11.59 / 56 = 0.207 \text{ kg ó } 207 \text{ g por día.}$$

Grupo experimental

$$GDP = \frac{777.75 - 614.5}{18} = \frac{163.25}{18} = 9.07 / 56 = 0.162 \text{ kg ó } 162 \text{ g por día.}$$

Obteniendo mejor ganancia diaria de peso por parte del grupo control.

### **11.5 CONVERSIÓN ALIMENTICIA.**

En el cuadro 12 se observan las conversiones alimenticias; esto quiere decir que en el caso del grupo control se requieren 7.24 kg de alimento para producir un kg de cordero; y en el caso del grupo experimental se requiere 8.86 kg de alimento para producir un kg de cordero.

Cuadro 10. Conversión alimenticia.

	GRUPO CONTROL	GRUPO EXPERIMENTAL
Consumo total Alimento (kg)	1512.4	1447.5
Ganancia total de peso (kg)	208.75	163.25
Conversión alimenticia	<b>7.24</b>	<b>8.86</b>

### 11.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Cuadro 11. Pesos promedio y *t* calculada por catorcena, por grupo, expresados en kilogramos.

Catorcena	Grupo Control	Grupo Experimental	TC
1	34.13 ± 4.60 a	34.13 ± 5.35 a	0
2	37.99 ± 4.98 a	37.63 ± 5.78 a	0.199
3	40.26 ± 5.44 a	38.93 ± 5.30 a	0.745
4	43.86 ± 5.64 a	40.97 ± 5.38 a	1.572
5	45.73 ± 5.86 a	43.20 ± 5.95 a	1.284

(a) Literales iguales en las filas indican que no hay diferencia estadística significativa  $P (\leq 0.025)$  95%  $T_t$  1.960.

TC- T calculada.

Tt- T de tablas.

± - Desviación standard.

En la tabla 8 se muestran los pesos obtenidos cada catorce días, aunque al inicio comenzaron con pesos muy similares al finalizar el experimento los pesos tuvieron diferencias aunque estadísticamente esto no es significativo.

### **11.7 CONVERSIÓN ALIMENTICIA**

El índice de conversión se expresa en la tabla 12 y fue el siguiente: para el grupo control fue de 7.24 mientras que para el grupo experimental fue de 8.86. Esto quiere decir que para producir un kilogramo de cordero por concepto de alimentación en nuestra dieta control se debe dar 7.24 Kg. de alimento para producir un Kg. de cordero, mientras que en la dieta experimental se debe dar 8.86 Kg. de alimento para producir un kilogramo de alimento.

## 11.8. COSTOS DE PRODUCCIÓN.

Cuadro 12.- Costo de las materias primas y costo de 100 kg de cada dieta.

Ingredientes	Costo kilogramo	Dieta Control (% inclusión)	Dieta Control Costo de 100 kg de dieta.	Dieta Experimental (% inclusión)	Dieta Experimental Costo de 100 kg de dieta.
<b>Carbonato de calcio</b>	\$ 0.50	1	\$ 0.50	0	\$ 0.0
<b>Maíz molido</b>	\$ 2.12	27	\$ 57.24	37.5	\$ 79.5
<b>Maíz entero</b>	\$ 1.50	27	\$ 40.50	30.0	\$ 45.0
<b>Minerales</b>	\$ 4.23	2.0	\$ 8.46	2.0	\$ 8.46
<b>Paja de cebada</b>	\$ 0.90	15	\$ 13.50	20	\$ 18.0
<b>Pasta de soya</b>	\$ 3.00	16	\$ 48.0	0	\$ 0.0
<b>Salvado</b>	\$ 2.20	12	\$ 26.40	8	\$ 17.6
<b>Urea</b>	\$ 4.60	0	\$ 0.0	2	\$ 9.2
<b>Urea protegida (optigen)</b>	\$ 6.00	0	\$ 0.0	0.5	\$ 3.0
<b>Total</b>		100	<b>\$ 194.6</b>	100	<b>\$ 180.76</b>

En base a lo mencionado en la tabla 14 se menciona que el costo de un kilogramo de dieta control es de \$ 1.94 y para la dieta experimental es de \$ 1.80.

El costo de producción de un kilogramo de cordero se expresa en la tabla 13. Se calculó tomando en cuenta el costo del alimento elaborado y la cantidad de alimento consumido, a esto se le sumó el costo del politoxoide-bacterina clostridial y la desparasitación.

Cuadro 13. Consumo Total. Índice de conversión y costo total de producción de un kg. de cordero.

	DIETA CONTROL	DIETA EXPERIMENTAL
Costo de 1 kg de alimento (\$)	1.95	1.81
Consumo total (kg)	1512.4	1447.5
Costo total del alimento consumido (\$)	2949.18	2619.97
Total de kilogramos ganados (kg)	208.75	163.25
Índice de conversión	7.24	8.86
Costo de producción de 1 kilogramo de cordero por concepto de alimentación (\$)	14.13	16.04
Costo de producción por concepto de desparasitación por animal (\$)	2.0	2.0
Costo del politoxoide-bacterina clostridial por animal (\$)	2.5	2.5
Costo de producción de 1 kilogramo de cordero por concepto de alimentación y aplicación de biológicos. (\$)	14.23	16.14

## 12.- DISCUSIÓN

Las dos dietas elaboradas tanto la control como la experimental cumplen con los valores necesarios para la engorda de ovinos. Al hacer el cambio de alimento en el caso de la dieta experimental presentó valores negativos en lo que se refiere a ganancias diarias de peso y consumo del mismo, este comportamiento se puede deber a un cambio en la flora ruminal de los animales que proceden de lugares donde no se acostumbran a la alimentación con dietas altas de nutrientes, contando con una flora ruminal adaptada a alimentación deficiente y con altos contenidos de forraje de baja calidad.

Cuadro 14. Comparacion con otros autores respecto a variables productivas.

AUTOR	P.C. (%)	E.M. Mcal/kg.	GDP (g)	C.A.	RAZA UTILIZADA
González (1989)	12.04	2.11	80	13.43	Criollos
Huerta (1995)	15.96	2.8	267	4.75	Criollos
Pelcastre (1997)	13.78	2.87	225	5.31	criollo con rambouillet
Jimenez (2005)	2.92	18.43	-	6.28	Criollos
Reyes (2005)	19.69	2.12	210	6.09	Criollos
Cruz (2006)	15.4	2.6	220	7.13	Criollos
Ferreira (2008)	15.39	2.6	189.98	7.63	Criollos
Ortiz (2009)	Dieta a 15.54 Dieta b 19.93	2.6	184  215.5	9.3  6.8	Criollos

Analizando el trabajo se obtuvo menores valores comparando con Pelcastre (1997), con una energía metabolizable similar, aunque el presente trabajo utilizó mas proteína cruda, obtuvieron mejores ganancias diarias de peso y una menor conversión alimenticia, esto se lo atribuimos a que tal vez la genética de los animales que utilizó fue mejor al del presente trabajo. Esto nos dice que es muy importante el porcentaje de inclusión de proteína al momento de obtener valores productivos, ya que Ferreira (2008) utilizó datos similares pero con menor cantidad de proteína cruda con respecto a Pelcastre y no obtuvo buenos resultados en la conversión alimenticia y si datos muy similares al presente trabajo; González utiliza proteína cruda y energía metabolizable en valores similares pero sus resultados son negativos en la ganancia de peso y por lo tanto la conversión alimenticia es muy elevada.

Ortiz (2009) utilizó datos similares, excepto proteína cruda fue mayor en su trabajo, encontrando resultados negativos con referencia a la conversión alimenticia comparándola con el presente trabajo.

En una explotación intensiva de engorda es importante buscar alternativas para mejorar los principales parámetros productivos, la dieta experimental del presente trabajo comparandola con Cruz (2006), el cual añadió un factor de transferencia para incrementar las variables productivas y teniendo valores similares de proteína cruda y energía metabolizable no obtuvo mejoras al comparar los resultados.

La conversión alimenticia obtenida por el presente trabajo no fue tan buena comparandola con trabajos como el de Reyes (2005) con conversiones: dieta control 6.09 y experimental 5.94 y Jiménez (2005) dieta control 6.12 y experimental 6.28, teniendo niveles de proteína cruda y energía metabolizable similares.



Cuadro 15. Comparación con otros trabajos por concepto de alimentación.

AUTOR	E.M. Mcal/kg ms.	PC (%)	C.A.	Costo de kg de alimento (\$)	Costo por kg de cordero producido (\$)	Razas
Jiménez (2005)	A 2.81	18.30	6.12	1.66	10.16	Criollos
	B 2.92	18.43	6.28	2.30	14.44	
Espinoza (2005)	A 2.51	19.28	6.43	1.77	11.63	Pelibuey
	B 2.39	17.14	7.38	2.50	18.67	
Reyes (2006)	A 2.30	16.29	8.70	1.74	15.09	Criollos
	B 2.70	15.96	8.39	1.87	15.62	
Yañez (2006)	A 2.99	21.80	8.17	2.03	16.32	Criollos
	B 2.93	22.03	8.7	1.94	16.60	
Ferreira (2008)	A 2.76	15.03	7.24	1.95	14.34	Criollos
	B 2.64	15.48	7.63	1.85	14.35	
Covarrubias (2008)	A 2.82	14.96	6.8	1.80	17.78	Criollos
	B 2.82	15.28	6.27	1.73	15.48	
Ortiz (2008)	A 2.6	15.54	9.3	2.02	18.78	Criollos
	B 2.5	19.93	6.8	2.58	17.54	
Chávez (2009)	A 2.69	10.75	7.24	1.94	14.13	Criollos
	B 2.76	15.00	8.86	1.80	16.04	

Analizando el cuadro 15 se observa que las dietas utilizadas en el presente trabajo entran dentro de los rangos que manejan otros autores, con ciertas variaciones pero vemos costos de producción aceptables para nuestra dieta experimental aunque sería importante investigar más con respecto a la inclusión o la modificación en la cantidad de los ingredientes utilizados, y ver con esto sí es posible reducir la conversión alimenticia y con esto reducir los costos de producción para obtener mejor utilidad por cordero.

### **13.- CONCLUSIONES**

Una empresa de engorda de corderos debe basar su rentabilidad en la optimización de sus recursos. Económicamente esto se traduce en la mayor reducción de sus insumos, teniendo como prioridad el aspecto alimenticio, ya que este rubro abarca aproximadamente hasta un 70% de los costos dentro de una empresa ovina.

El costo de producción de un kg de cordero para la dieta control fue de \$ 14.13 y de \$ 16.04 para el grupo experimental; además de mejores valores con respecto a ganancias de peso y conversión alimenticia. El comportamiento a lo largo del experimento fue mejor para el grupo control ya que presentó datos más homogéneos en cuanto al consumo de alimento y ganancias de peso; por el contrario el grupo experimental presentó altibajos sobre todo al término del periodo de adaptación y la inclusión de la dieta con urea como ingrediente de la dieta, dándonos cuenta que no se logró el objetivo de reducir los costos con nuestra dieta experimental.

## 14.- BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Andrade MHM. 2006. Nutrición y alimentación de ovinos en sistemas intensivos. Memorias del V seminario de producción de ovinos en el trópico; noviembre 29-30. Villahermosa (Tabasco) México. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco: 1-20.
- 2.- Arteaga, CJD. 2000. Problemática de la ovinocultura en México. Memorias del V Curso: Bases de la cría ovina; agosto 23-24; Texcoco (Edo. de México) México: Asociación Mexicana de Técnicos y Especialistas en Ovinocultura, AC:124-127.
- 3.- Arbiza SI, De Lucas TJ. 1996. Producción de carne ovina. México, DF: Editorial Editores Mexicanos Unidos. pp 1-19.
- 4.- Barrera MJ. 1991. Análisis de costos de producción en ovinos en periodo de engorda en dos sistema de producción, intensivo y extensivo. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México.
- 5.- Cruz HL. 2006. Evaluación de algunas variables productivas en una engorda de corderos tratados con un factor de transferencia. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. México.
- 6.- Coag. 2005. Datos de producción ovino-caprino. En Memorias del censo ovino-caprino. España. Editorial Coordinadora de Agricultores y ganaderos. pp 1-4.
- 7.- Chacón AM. Posicionamiento de la carne ovina en el mercado mundial. Memorias de II taller ovino. 2002. (Tamaulipas) México. Universidad autónoma de tamaulipas: pp 1-21.
- 8.- Church DC. 1993. El rumiante: Fisiología digestiva y nutrición. España: Editorial Acribia. pp 638.
- 9.- Church DC, Pond WG, Pond KR. 2006. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 2ª edición. U.S.A. Editorial. Limusa Wiley. pp 435-450.

- 10.- Cruz SR. 1986. El ácido acetohidroxámico como regulador de la hidrólisis de urea a nivel ruminal. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México.
- 11.- Cuellar OA. 2003. Perspectivas de la ovinocultura en México. Memorias del segundo seminario sobre producción intensiva de ovinos; diciembre. Villahermosa (Tabasco) México. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco: 7-11
- 12.- Ferreira MA. 2008. Comparación económica y productiva de dos dietas, sustituyendo proteína verdadera (soya) por nitrógeno no proteico (urea natural 1% y protegida 5% (optigen 1200)) en una engorda de corderos en etapa de finalización. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. México.
- 13.- Flores MJ. 1986. Manual de la alimentación animal. 1ª edición. México: Editorial Ciencia y Tecnología.
- 14.- Flores MBA. 1983. Bromatología animal. 3ª edición. México: Editorial Limusa.
- 15.- Flores MJ. 1985. Melaza y urea en raciones para rumiantes. 2ª edición. México. Editorial Limusa.
- 16.- Galina HMA, Guerrero CM. 2004. Manual de enfermedades de las cabras y las ovejas. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan. UNAM. México. Editorial Agrosystems Editing.
- 17.- Haresing W, Cole DJA. 1998. Avances en nutrición de los rumiantes. España: Editorial Acribia.
- 18.- Haresing W. 1989. Producción ovina. England: Editorial AGT S.A.
- 19.- Huerta BM. 2007. Sistema intensivo de engorda de corderos: Una experiencia en México. Memorias del tercer simposio internacional sobre ovinos y caprinos de corte. Sincorte; 2007, noviembre. Joao Pessoa (Paraiba) Brasil.
- 20.- Jiménez JM. 2005. Evaluación de la efectividad productiva y económica de dos alimentos balanceados, destinados para la engorda de corderos. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. México.

- 21.- Mc Donald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, Morgan CA. 1999. Nutrición animal. 5ª edición. España: Editorial Acribia.
- 22.- Mc Donald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, Morgan CA. 2002. Nutrición animal. 6ª edición. España: Editorial Acribia.
- 23.- Maynard LA, Loosli JK, Hintz HF, Warner RG. 1983. Nutrición animal. 4ª edición. Editorial Mc Graw Hill.
- 24.- Maynard A. 1992. Nutrición animal. 5ª edición. México: Editorial Talleres Prensa Técnica, S.A de C.V.
- 25.- NRC. 1998. Nutrient requirements of sheep. Editorial National academy press. Washington. D. C. E.E.U.U. pp 98.
- 26.- Ortega ME. 1981. Intoxicación de urea en rumiantes. 1ª edición. México: Editorial Vet-Zot.
- 27.- Ortiz MA. 2009. Comparación económica y productiva de dos raciones de alimento en una engorda comercial de ovinos criollos de lana. Tesis de licenciatura. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. México.
- 28.- Pelcastre CA, Ocaña CE. 1998. Engorda de corderos con dieta a base de grano y diferente fuente de proteína. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- 29.- Rancourt M. 2005. Ovinos y Caprinos: Ganadería del futuro. Toulouse, Francia: Editorial Technical International Cooperation.
- 30.- Reyes HMA. 1991. Manual del uso de la urea en la alimentación de rumiantes. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- 31.- Sagarnaga VM; Suárez DH; Salas GJM. 2000. Factores económicos que afectan al sistema productivo ovino. Memorias del V Curso: Bases de la cría ovina; agosto 23-24; Texcoco (Edo. de México) México (DF): Asociación Mexicana de Técnicos y Especialistas en Ovinocultura, AC: 165-176.

- 32.- Schloesse BJ, Thomas VM, Petersen RW. 1993. Effects of supplemental protein source on passage of nitrogen to the small intestine, nutritional status of pregnant ewes and wool follicle development of progeny. England: Editorial Animal Science.
- 33.- Shimada MA. 2003. Nutrición animal. Editorial trillas. 1ª edición. pp 165.
- 34.- Soto LC, Delgado MM, Cuéllar OA. 2006. Situación de la ovinocultura en México. Cordero supremo. Editorial asesoria integral.
- 35.- Smith RH. 1979. Synthesis of microbial nitrogen compounds in the rumen and their subsequent digestion. England: Editorial Animal Science.
- 36.- Thatcher H; Roudebush R. 2000. Small animal clinical nutrition. 4ª edición. U.S.A: Editorial Mark Morris Institute.
- 37.- Troncoso AH. 1995. Estrategia para la suplementación proteica en la engorda de ovinos. Memorias de tópicos actuales sobre nutrición y alimentación de ovinos en engorda. (Texcoco) México. Universidad Autónoma de Chapingo: pp 73-86.
- 38.- Villavicencio E. Urea, un sustituto protéico. Folleto Num. 1. México: Centro Nacional de Investigaciones Pecuarias, 1973.
- 39.- Wayne WD. 2002. Bioestadística. Bases para el análisis de las ciencias de la salud. 4ª edición. Editorial Limusa Wiley.
- 40.- Yañez FJG. 2006. Evaluación de la efectividad productiva y económica de la alimentación de corderos criollos con raciones que contienen grasa de sobrepeso en una explotación comercial. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. México.
- 41.- Zapata C, Obispo NE, Díaz Yris. 2004. Efecto de la sustitución parcial de la proteína de la dieta por urea sobre el consumo voluntario de materia seca y respuesta productiva de corderos. Instituto de investigaciones agrícolas. Venezuela.