



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

---

**INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD**

**GANADERÍA**

**Efecto de la inclusión de contenido ruminal bovino  
en la dieta de ovinos en crecimiento**

**Adrián Muñoz Cuautle**

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO**

**2015**

La presente tesis, titulada: **Efecto de la inclusión de contenido ruminal bovino en la dieta e ovinos en crecimiento**, realizada por el alumno: Adrián Muñoz Cuautle, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIANCIAS  
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD  
GANADERIA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



DRA. MARÍA ESTHER ORTEGA CERRILLA

ASESOR:



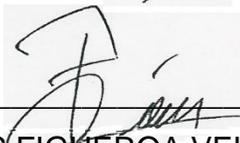
DR. JORGE HERNÁNDEZ BAUTISTA

ASESOR:



DR. CARLOS GUTIÉRREZ OLVERA

ASESOR:



DR. JOSÉ LUIS FIGUEROA VELASCO

Montecillo, Texcoco, México, abril de 2015

## RESUMEN

### EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE CONTENIDO RUMINAL BOVINO EN LA DIETA DE OVINOS EN CRECIMIENTO

Adrián Muñoz Cuautle, Mc.

Colegio de Postgraduados, 2015

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento productivo, rendimiento de la canal y variables físico-químicas de la carne, al incluir contenido ruminal bovino en la dieta de ovinos en crecimiento. Se utilizaron 36 corderos de ambos sexos, recién destetados, con un peso promedio de  $19.5 \pm 1.5$  kg, que se distribuyeron en forma aleatoria a cuatro tratamientos con la inclusión de T1: 0, T2: 15, T3: 30, y T4: 45% de contenido ruminal. Los datos se analizaron mediante análisis de varianza en un diseño completamente al azar, la diferencia entre medias se determinó con la prueba de Tukey. Los resultados mostraron que no hubo diferencias ( $P > 0.05$ ) en CMS, GDP debido al tratamiento, pero sí por sexo, en tanto que la menor CA se observó en T1. El rendimiento de la canal e indicadores de color  $a^*$  y  $b^*$ , fueron similares ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos, pero diferentes ( $P < 0.05$ ) debido al sexo. En pH y CRA de la carne no se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ) por tratamiento o sexo. Se concluye que la adición de contenido ruminal bovino hasta en un 45% en las dietas de ovinos en crecimiento no afecta el comportamiento productivo, rendimiento de la canal y variables físico-químicas de la carne.

**PALABRAS CLAVE:** Alimentación, contenido ruminal, comportamiento productivo, calidad de la carne.

## ABSTRACT

### EFFECT OF THE INCLUSION OF CATTLE RUMINAL CONTENT IN THE DIET OF GROWING SHEEP

Adrián Muñoz Cuautle, Mc.

Colegio de Postgraduados 2015

The aim of this study was to evaluate the productive performance, carcass yield and physicochemical characteristics of sheep meat, when growing sheep were fed bovine rumen content. Thirty six lambs of both genders, recently weaned, with an average weight of  $19.5 \pm 1.5$  kg, were randomly assigned to four treatments with the inclusion of T1: 0, T2: 15, T3: 30, and T4: 45% of rumen content in their ration. Data were analyzed by analysis of variance for a completely randomized design, mean differences were calculated using the Tukey test. The results showed no differences ( $P > 0.05$ ) for DMI and DWG due to treatment, but there were differences ( $P < 0.05$ ) because of gender. Carcass yield and meat quality indicators for color, a \* and b \*, were similar ( $P > 0.05$ ) among treatments, but different ( $P < 0.05$ ) for gender. No differences ( $P > 0.05$ ) were found for pH in meat and WRC due to treatment or gender. It is concluded that the addition of bovine rumen content up to 45% in the diet of growing sheep does not affect growth performance, carcass yield and physico-chemical characteristics of meat.

**KEY WORDS: Food, rumen contents, productive performance, meat quality.**

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a quien merezca la dedicación

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento de mis estudios de Maestría.

A la Línea Prioritaria de Investigación 11: Sistemas de Producción, Agrícola, Pecuaria, Forestal, Acuícola y Pesquera, por las facilidades y apoyo en la realización de ésta investigación.

Al FIDEICOMISO 167304 por el apoyo económico para la realización de ésta investigación.

A mis asesores por su valioso apoyo y ayuda en la elaboración de esta investigación, además de su amistad.

## **GRACIAS**

## Contenido

RESUMEN .....	iii
ABSTRACT .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
Contenido .....	vii
Índice de tablas.....	x
1 INTRODUCCIÓN .....	1
2 REVISIÓN DE LITERATURA .....	2
2.1 Contenido ruminal de bovino (CRB).....	2
2.2 Contenido ruminal y su impacto en el medio ambiente .....	3
2.3 Características de la canal ovina.....	4
2.3.1 Definición de canal ovina.....	4
2.3.2 Factores que inciden sobre la calidad de la canal de corderos. ....	4
2.4 Parámetros que definen la calidad físico-química de la carne de ovino .....	6
2.4.1 pH .....	6
2.4.2 Color .....	7
2.4.3 Textura .....	8
2.4.4 Capacidad de retención de agua (CRA).....	9
2.5 Músculo de estudio para evaluar las características físico-químicas de la carne.....	11
2.5.1 <i>Longissimus dorsi</i> en ovinos .....	11
3 OBJETIVOS.....	13

3.1 Objetivo general .....	13
3.2 Objetivos específicos.....	13
4 HIPÓTESIS.....	13
5 MATERIALES Y MÉTODOS .....	14
5.1 Localización del área experimental .....	14
5.2 Análisis del contenido ruminal.....	14
5.3 Comportamiento productivo .....	15
5.4 Unidades experimentales .....	15
5.5 Tratamientos.....	16
5.6 Variables evaluadas .....	17
5.6.1 Ganancia diaria de peso (GDP).....	17
5.6.2 Consumo de materia seca (CMS) .....	18
5.6.3 Conversión alimenticia (CA).....	18
5.6.4 Variables ruminales.....	18
pH, nitrógeno amoniacal y ácidos grasos volátiles (AGV's).....	18
5.7 Digestibilidad in vivo .....	19
5.8 Rendimiento de la canal .....	20
5.9 Variables físico-químicas de la canal.....	20
5.9.1 Área del ojo del lomo (AOL).....	20
5.9.2 pH .....	21
5.9.3 Color de la carne.....	21
5.9.4 Capacidad de retención de agua (CRA).....	21
6 DISEÑO EXPERIMENTAL .....	22
7 RESULTADOS .....	23

7.1 Comportamiento productivo .....	23
7.2 pH, nitrógeno amoniacal y ácidos grasos volátiles (AGV's) .....	24
7.3 Digestibilidad in vivo .....	24
7.4 Rendimiento de la canal .....	25
7.5 Variables físico-químicas de la canal .....	26
8 DISCUSIÓN .....	28
8.1 Comportamiento productivo .....	28
8.2 Concentración de pH, nitrógeno amoniacal y ácidos grasos volátiles (AGV's) .....	30
8.3 Rendimiento de la canal .....	30
8.4 Variables físico-químicas de la canal .....	31
9 CONCLUSIONES .....	32
10 LITERATURA CITADA .....	33

## Índice de tablas

<i>Cuadro 1 Composición química proximal, calcio fósforo y pH del contenido ruminal bovino, según origen de rastro (% base materia seca) .....</i>	<i>3</i>
<i>Cuadro 2 Factores que influyen sobre algunos parámetros relacionados con la calidad de la canal.....</i>	<i>5</i>
<i>Cuadro 3 Características del músculo Longissimus dorsi en ovinos .....</i>	<i>12</i>
<i>Cuadro 4 Composición nutrimental del contenido ruminal bovino .....</i>	<i>15</i>
<i>Cuadro 5 Número de corderos por raza y sexo utilizados en el experimento.....</i>	<i>16</i>
<i>Cuadro 6 Dietas experimentales.....</i>	<i>17</i>
<i>Cuadro 7 Comportamiento productivo de los ovinos alimentados con diferentes niveles de contenido ruminal bovino.....</i>	<i>23</i>
<i>Cuadro 8 Variables ruminales de ovinos alimentados con diferentes niveles de contenido ruminal.....</i>	<i>24</i>
<i>Cuadro 9 Digestibilidad in vivo de MS, PC, FDN, FDA, MO.....</i>	<i>25</i>
<i>Cuadro 10 Rendimientos de canal por efecto del tratamiento .....</i>	<i>25</i>
<i>Cuadro 11 Rendimiento de canal por efecto del sexo.....</i>	<i>26</i>
<i>Cuadro 12 Área del ojo y espesor de grasa del músculo Longissimus dorsi.....</i>	<i>26</i>
<i>Cuadro 13 Valores de pH, color y capacidad de retención de agua (CRA), en la carne de ovinos que consumieron diferentes niveles de inclusión de contenido ruminal en la ración.....</i>	<i>27</i>
<i>Cuadro 14 Medias de parámetros de calidad por sexo.....</i>	<i>28</i>

# 1 INTRODUCCIÓN

Los desechos orgánicos son una de las principales fuentes de contaminación ambiental en muchos países, incluido México, ya que se producen en grandes volúmenes y se acumulan en lugares inadecuados. (Uicab-Brito, 2003). Por otra parte, en muchos países las empresas que conforman la industria cárnica y en especial los mataderos, se han clasificado dentro del grupo de empresas que presentan una alternativa valiosa de recursos proteínicos para la alimentación animal, por medio de desechos comestibles que se producen en estos lugares. Un uso adecuado de estos desechos, no solamente redundará en beneficio de la producción pecuaria, sino que también contribuirá a mejorar la protección al ambiente, al evitar que desechos como la sangre y el contenido ruminal, sean vertidos a los arroyos y ríos sin ningún tratamiento previo (Falla-Cabrera, 1995).

El contenido ruminal en lugar de ser visto como un contaminante, es una fuente valiosa de nutrimentos cuando se incorpora a las dietas de los animales, ya que representa el alimento no digerido ingerido por los poligástricos (Domínguez y Barajas, 1993; Ayala y Perea, 2000). Posee una gran cantidad de flora y fauna microbiana y productos de la fermentación ruminal, por esto se puede decir que es una alternativa para la alimentación de rumiantes, pollos y cerdos de engorda por sus características químicas, biológicas, bromatológicas y su amplia disponibilidad (Trillos *et al.*, 2007).

El contenido de materia seca va de un rango del 13 al 30%, dependiendo si se usa la totalidad del líquido o el drenado del mismo, la fibra va del 21 a 34%; de 10 a 15 % de proteína cruda y de 37 a 43% de extracto libre de nitrógeno (Duarte y Fajardo 1988; Falla, 2002 y Domínguez, 2002).

## 2 REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Contenido ruminal de bovino (CRB)

Existe una alternativa para los recursos proteínicos que se producen en las plantas de sacrificio animal, estos recursos pueden ser destinados para la generación de compostas y alimentación animal, por medio de los desechos comestibles; evitando así su deposición en lugares inadecuados. (Falla-Cabrera, 1995).

Uno de los productos obtenidos de la matanza de rastros es el CRB, que representa el alimento ingerido por los rumiantes, que es desechado al momento del sacrificio. (Chaverra y Bernal, 2006). Es un material no digerido que tiene la consistencia de una papilla, color de amarillo a verdoso y un olor característico muy intenso cuando está fresco (Falla, 1994).

Blanco (1999) menciona que la alimentación de rumiantes con CRB es viable debido a las características bromatológicas y a la gran generación de este producto.

El CRB se enriquece con vitaminas y proteínas, por lo que se debe encontrar aplicación, su uso consiste en secarlo al sol y extenderlo en capas no mayores de 5 a 7 cm, para impedir la fermentación y darle vuelta de vez en cuando. (Mann, 1964).

Barajas *et al.* (1993) presentó valores de cinco muestras de CRB tomadas semanalmente, el contenido de proteína cruda fue de 14.27% con un coeficiente de variación de 19.16%, con 84.55% de materia orgánica, 25.99% de fibra cruda y 40.64% de extracto libre de nitrógeno.

Morales *et al.* (1996) se refiere al CRB como el material que se encuentra en el rumen o primer precompartimiento gástrico del bovino. Este subproducto es

considerado un material residual neto, ya que generalmente se elimina vía alcantarillado mediante arrastre con agua. La muestra se obtuvo luego del eviscerado del animal, vaciando completamente la víscera. Evaluó el valor nutricional de CRB obtenido de dos rastros, la composición química proximal, calcio, fósforo y pH del CRB se presentan en el Cuadro 1, según el matadero de origen.

Cuadro 1 Composición química proximal, calcio fósforo y pH del contenido ruminal bovino, según origen de rastro (% , base materia seca)

	Rastro 1		Rastro 2	
	% ± EEM		% ± EEM	
Materia seca	18.60 <sup>a</sup>	0.50	17.20 <sup>b</sup>	0.4
Proteína cruda	12.30 <sup>a</sup>	0.40	14.0 <sup>b</sup>	0.3
Extracto etéreo	4.70	0.10	4.90	0.3
Fibra cruda	31.60	1.10	29.40	1.2
Cenizas	9.20	0.10	8.90 <sup>b</sup>	0.2
Calcio	0.43 <sup>a</sup>	0.01	0.47 <sup>b</sup>	0.01
Fósforo	0.82	0.01	0.88	0.02
pH	7.70 <sup>a</sup>	0.10	5.90 <sup>b</sup>	0.2

a. b: letras diferentes entre columnas señalan diferencia (P<0.05).

## 2.2 Contenido ruminal y su impacto en el medio ambiente

Uno de los contaminantes con mayor impacto ambiental es el CRB, anualmente se obtienen 85 mil toneladas de este desecho, produciendo una alta carga orgánica, en afluentes de rastros, representando un riesgo de salud pública (Uicab y Sandoval, 2003; Trillos, 2007).

Existe una problemática mundial de generación de desechos orgánicos, por lo cual la recuperación, reutilización y transformación de los residuos en productos aprovechables es una opción. La obtención de subproductos de mataderos, representan una fuente de nutrimentos ya sea animal o agrícola, eliminando así un subproducto que ocasiona efectos adversos al medio ambiente y a su vez generando ingresos adicionales en la producción. (Uicab y Sandoval, 2003)

Un uso adecuado de estos desechos, no solamente redundará en beneficio de la producción pecuaria, sino que también contribuirá a mejorar la protección al ambiente, ya que se evitarían que desechos tales como la sangre y el contenido ruminal, sean vertidos a los arroyos y ríos sin ninguna consideración sanitaria previa (Falla-Cabrera, 1995).

## **2.3 Características de la canal ovina**

### **2.3.1 Definición de canal ovina**

Según la norma mexicana NMX-FF-106-SCFI-2006 la canal de ovino es el cuerpo del animal sacrificado, desangrado y sin piel, abierto a lo largo de la línea media desde el xifoides hasta el pubis; separado de la cabeza a nivel de la articulación atlanto-occipital y de los miembros anteriores a nivel de la articulación carpo metacarpiana y de los miembros posteriores a nivel de la articulación tarso metatarsiana; sin vísceras, excepto los riñones y grasa perirrenal.

### **2.3.2 Factores que inciden sobre la calidad de la canal de corderos.**

En el cuadro 2 se muestran factores que afectan la calidad de la canal, que pueden ser dependientes del manejo al que son sometidos en la unidad de producción: instalaciones, alimentación, sanidad; otros son dependientes del

animal: raza, sexo, edad y otros dependen del proceso que sigue el animal desde el sacrificio hasta su conversión en carne: transporte, sacrificio, refrigeración, maduración (Sañudo *et al.*, 1998).

Cuadro 2 Factores que influyen sobre algunos parámetros relacionados con la calidad de la canal

Calidad de la canal				
	Rendimiento	Peso	Conformación	Porcentaje de grasa
Factores intrínsecos	**	***	****	***
Raza	**	**	**	**
Genotipo	**	***	***	***
Edad- peso	***	****	*	****
Factores productivos y ambientales				
Ambiente-estación	*	***	0	**
Alimentación	***	***	*	****
Aditivos	*	**	**	****
Factores de sacrificio y presacrificio				
Transporte, estrés y				
Ayuno	****	*	0	0
Sacrificio	**	**	0	*
Post- sacrificio y comercialización				
Maduración	0	0	0	0
Estimulación eléctrica	0	0	0	0
Refrigeración	**	*	0	0
Conservación	0	*	0	0

0: sin influencia;\* , pequeña influencia;\*\* , influencia moderada;\*\*\* , influencia alta;\*\*\*\* , fundamental. Sañudo *et al.*, (1998).

## 2.4 Parámetros que definen la calidad físico-química de la carne de ovino

### 2.4.1 pH

Uno de los principales factores que determinan la calidad de la canal es el pH. Existen diversos trabajos donde se observa una relación entre el pH y la capacidad de retención de agua (CRA). El pH puede alterarse por muchos factores relacionados con situaciones estresantes antes del sacrificio (Sañudo *et al.*, 2004).

Los estudios realizados por Sañudo *et al.* (2004) indican que ni el tiempo de embarque en la granja, ni el tiempo de espera antes del sacrificio, influyen de manera importante en el pH final, lo cual es explicado por el estrés casi nulo de la especie ovina. Bianchi (2006) reporta un pH bajo en animales cuyo transporte tiene larga duración. Los animales con mayor grasa, principalmente las hembras, presentaron pH bajos, explicando por la acción protectora de la grasa con relación al frío, ya que temperaturas más bajas en el proceso de instalación del *rigor mortis* podría acelerar el metabolismo muscular y la mayor caída del pH.

El valor final del pH, que es medido aproximadamente a las 24 horas después del sacrificio, así como la velocidad de caída del mismo durante la transformación del músculo en carne, afectan las características organolépticas y tecnológicas de la carne. El descenso de pH depende del tipo de fibras que predominan en el músculo y de la actividad muscular antes del sacrificio. Así los músculos con fibras de contracción rápida (blancas) alcanzan valores de pH finales de 5.5 mientras que en los músculos en donde predominan las fibras de contracción lenta (rojas) el pH no baja de 6.3 dando como resultado que los músculos que más trabajo realizan en el periodo previo al sacrificio son los que presentan un pH más elevado *post-mortem* (Cañeque y Sañudo, 2005).

El proceso de acidificación dura normalmente 12-24 horas en ovinos, el pH desciende desde valores cercanos a 7 hasta valores entre 5.5 en las primeras 6 a

12 horas de sacrificio. Con valores mayores y en condiciones normales, el glucógeno estaría ausente del músculo. La cantidad de glucógeno que haya en los músculos antes del sacrificio dependerá en gran medida de todos aquellos factores que causen estrés físico y fisiológico a los animales. Por esto, el pH muscular resulta ser entonces una medida importante, para cuantificar el nivel de reserva energética en el músculo, además de permitir valorar el manejo que han recibido el animal antes del sacrificio (Cañeque y Sañudo, 2005).

#### **2.4.2 Color**

El color percibido se define como el atributo visual que se compone de una combinación cualquiera de contenidos cromáticos y acromáticos (Cañeque, 2000). Cada músculo difiere en su contenido de mioglobina de acuerdo con la edad del animal, el tipo de músculo, la cantidad de circulación sanguínea, la actividad muscular y la disponibilidad de oxígeno (Alberti *et al.*, 2000). Con la edad del animal el color se acentúa y varía según los distintos músculos (Hunt *et al.*, 1991).

El color rojizo de la carne es el resultado de la presencia del pigmento mioglobina (Díaz, 2001), una proteína conjugada con un grupo prostético llamado hemo, el cual contiene hierro que juega un papel primordial en las distintas coloraciones (Peñuñuri *et al.*, 2007). Los cambios de color dependerán de la cantidad de la presencia de este pigmento y de los cambios químicos del mismo. Cuanto más presencia de mioglobina, más oscura será la carne, por otra parte, el cambio de color de la carne está vinculado a la presencia o ausencia de aire, debido a la sensibilidad de los pigmentos a la oxigenación y oxidación; la superficie de los cortes frescos van cambiando de tonalidad debido al estado oxigenado de este pigmento (Cañeque y Sañudo, 2005).

La habilidad de la mioglobina para combinarse con el oxígeno se pierde cuando la carne se desnaturaliza por el calor y esta es la razón por la cual cambia de color en la cocción. Otra causa de cambios en los colores normales es la presencia de

microorganismos en la superficie de la carne que ocasionan una oxidación de la misma (Guerrero *et al.*, 2002). El color no está asociado a la terneza y en general cuanto más oscura sea una carne más intenso será el sabor. Se ha estimado que los ovinos contiene aproximadamente alrededor de 0.25 % de mioglobina en sus músculos (Díaz, 2001).

El sistema Hunter Lab es el más usado en la industria alimentaria, se basa en la teoría del color de Hering, que señala la existencia de una escala circular en el cual se combinan los colores vecinos: el rojo con amarillo, el rojo con azul, el verde con el amarillo o el verde con el azul (Cañeque y Sañudo, 2005). Hay dos pares de colores opuestos que pueden coexistir: rojo verde, amarillo y azul. Los receptores del color del colorímetro Hunter Lab perciben la presencia de color rojo o verde (coordenada  $a^*$ ) y del color amarillo o azul (coordenada  $b^*$ ). Una tercera dimensión es la luminosidad ( $L^*$ ) la cual es perpendicular a las otras. Los colorímetros que miden la escala Hunter proporcionan tres coordenadas; L (luminosidad), a (rojo a verde) y b (azul amarillo). Estas coordenadas cartesianas se pueden transformar en polares, de manera que un punto en el espacio de color estará dado por el ángulo, indicará que tan rojo, amarillo, verde o azul será, mientras que la magnitud indicará que tan intensa será esa tonalidad o saturación el valor L muestra que tanto hay de un componente blanco o negro ya que  $L=0$  (negro);  $L=100$  (blanco) (Cañeque y Sañudo, 2005).

### **2.4.3 Textura**

La textura de la carne se percibe como el conjunto de sensaciones táctiles resultado de la interacción de los sentidos con las propiedades físicas y químicas entre las que se incluyen la densidad, la dureza, la elasticidad, la consistencia, la cantidad de grasa, la edad y el tamaño de las partículas de la misma (Díaz, 2001).

Dos fracciones proteicas determinan la ternura, una por parte están las proteínas del tejido conjuntivo y por otra las miofibrilares. Las primeras están constituidas por el colágeno, la elastina y la reticulina y constituyen un elemento negativo que limita la ternura. El colágeno es el principal componente del tejido conjuntivo, determina la dureza de base ya que cuanto mayor sea su cantidad, más dura es la carne. La segunda fracción proteica implicada en la ternura, son las proteínas miofibrilares cuyas transformaciones *post-mortem* son responsables de las principales variaciones de esta cualidad, existiendo una estrecha relación entre esta y el grado de concentración de las miofibrillas (los músculos relajados son más tiernos que los contraídos) (Díaz, 2001).

La textura de la carne puede ser evaluada por periodos objetivos (mecánicos: corte, compresión, penetración; químicos y otros: ultrasonido, fluorescencias; y subjetivos: prueba de consumidores (Cañeque, 2000.)). En la carne y productos cárnicos la textura se mide por métodos de corte.

#### **2.4.4 Capacidad de retención de agua (CRA)**

Es la capacidad de retención de agua de la carne durante la aplicación de una fuerza externa, como cortes, calentamientos, trituración y prensado, mismos que cuando se aplica en forma suave hay cierta pérdida de humedad, debido a que parte del agua presente se encuentra en forma libre.

El color, textura y firmeza de la carne cruda, así como la jugosidad blandura de la carne cocida depende, en parte de la CRA. Cuando los tejidos tienen poca CRA, la pérdida de humedad y peso, durante su almacenamiento (mermas), es grande y se presenta en la superficie muscular de la canal expuesta a la atmósfera. (Díaz, 2001)

Para Hamm (1960), el término capacidad de retención de agua se define como la propiedad de una proteína cárnica para retener el agua tanto propia como

añadida, cuando se somete a un proceso de elaboración. Otros autores distinguen la CRA, como la capacidad de retener el agua propia y la capacidad de ligar agua (CLA) que se adiciona (Carballo y López de Torre, 1991). El CRA afecta la apariencia externa de la carne, la pérdida de agua durante su preparación culinaria, la impresión de jugosidad que se percibe al consumirla, así como la retención de vitaminas, minerales y sales (Beriaín *et al.*, 2000).

La carne cruda de los mamíferos inmediatamente después del sacrificio contiene, por término medio, 75 % de agua (Lawrie, 1998), porcentaje que varía con la especie de procedencia y el músculo que se considere. Parte de ésta agua se pierde por evaporación durante el enfriamiento de las canales.

En corderos, éstas pérdidas pueden llegar a ser de un 5% o por goteo, como consecuencia de la sección de los tejidos (según el grado de división de la carne puede perderse hasta un 6%, porcentaje que llega a doblarse tras la descongelación y que puede ser mayor aún en las carnes PSE). Las mayores pérdidas de agua, se producen en el cocinado de la carne, pérdidas que pueden superar el 40 % (Offer y Knight, 1988). Parece más que justificado el interés por estudiar la capacidad que tiene la carne para retener el agua, tanto cruda como cocinada.

La capacidad de retención de agua tiene gran importancia en los procesos tecnológicos a que se ve sometida la carne, y también puede ser indicativo de manipulaciones fraudulentas como ocurre en el caso de la carne con escasa capacidad de retención de agua, lo cual lleva consigo, mayores pérdidas por oreo de la canal, al despiezar y filetear, etc. (Sañudo *et al.*, 1992).

## **2.5 Músculo de estudio para evaluar las características físico-químicas de la carne**

### **2.5.1 *Longissimus dorsi* en ovinos**

El músculo *longissimus dorsi* ovino es glicólico (Muriel *et al.*, 2002). Durante los últimos 40 años los estudios realizados sobre los tipos de fibras musculares son numerosos, tanto a nivel celular como a nivel molecular. Los métodos usados para su clasificación han originado un amplio espectro de nomenclaturas diferentes. Las fibras musculares pueden clasificarse de acuerdo a su metabolismo propiedades contráctiles y color (Cuadro 3). Una de ellas es la codificación de los músculos rojos y blancos, se debe al predominio en los mismos de las fibras R ( $\alpha$  y  $\beta$ ) en el caso de los rojos y W de los blancos. Los músculos blancos son generalmente de contracción rápida ( $\alpha$ ) y los músculos rojos pueden ser de contracción rápida ( $\alpha$ ) o lenta ( $\beta$ ). Los músculos de contracción lenta metabolizan los ácidos grasos aportados por la sangre en presencia de oxígeno, además de los glúcidos. Estos músculos de contracción lenta están por lo general bien irrigados, al contrario de los de contracción rápida en que suelen estar menos irrigados, tener poca mioglobina y contar con la energía procedente de la degradación rápida y anaerobia de los azúcares.

Cuadro 3 Características del músculo *Longissimus dorsi* en ovinos

Características de los músculos	Músculo rojo ( $\alpha$ o $\beta$ )	Músculo blanco ( $\alpha$ )
Mioglobina	Abundante	Escasa
Metabolismo energético	Aerobio, oxidativo	Anaerobio glicólico
Velocidad de contracción	Lenta ( $\beta$ ), rápida ( $\alpha$ )	Rápido ( $\alpha$ )
Área de sección transversal	Pequeña	Grande
Irrigación sanguínea	Abundante	Menos abundante
Acidificación <i>post-mortem</i>	Lenta ( $\beta$ ), más rápida ( $\alpha$ )	Rápida ( $\alpha$ )
Mitocondria	Numerosas	Menos números
Sustratos energéticos	Glúcidos, ácidos grasos	Glúcidos
Resistencia a la fatiga	Elevada	Baja
Tejido adiposo y conjuntivo	Muy abundante	Poco

Fuente: ciencia y tecnología de carnes (Muriel *et al.*, 2002).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

Evaluar el comportamiento productivo y calidad de la carne al incluir contenido ruminal en la dieta de ovinos.

#### **3.2 Objetivos específicos**

1. Analizar el valor nutritivo del contenido ruminal bovino.
2. Evaluar el comportamiento productivo de ovinos (ganancia diaria de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, digestibilidad *in vivo*, contenido de N amoniacal, AGV's y pH en líquido ruminal), al incluir contenido ruminal bovino en la dieta.
3. Determinar el rendimiento de la canal al incluir contenido ruminal bovino.
4. Evaluar el efecto de la inclusión de contenido ruminal bovino en las características de la canal.

### **4 HIPÓTESIS**

La inclusión de contenido ruminal bovino en la dieta de ovinos en crecimiento no afecta el consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y características de la canal.

## **5 MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Localización del área experimental**

La investigación se realizó en las instalaciones del rancho SANDI en el municipio de la Trinidad Zaachila, el cual se localiza en la región de Valles Centrales, en las coordenadas 16° 55' latitud norte y 96° 48' longitud oeste, a una altura de 1,490 metro sobre el nivel del mar. Colinda la norte con la villa de Zaachila, al oeste con Santa María Róalo, al sur con la Ciénaga Zimatlán y al este con el Rancho de la Estancia.

### **5.2 Análisis del contenido ruminal**

En el cuadro 4 se presentan los valores nutricionales del CRB que se utilizó en el experimento. Se determinó materia seca (MS), cenizas totales, proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE) mediante la técnica de AOAC (2000). Fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina por el método de Van Soest *et al.* (1991).

Cuadro 4 Composición nutrimental del contenido ruminal bovino

Componentes	Porcentaje
Humedad	78
Proteína cruda	14.48
Grasa	2.45
FDN	52.65
FDA	32.36
Cenizas	19.11

### 5.3 Comportamiento productivo

Para evaluar el comportamiento productivo los animales tuvieron un periodo de adaptación de 20 días y posteriormente un periodo de engorda de 60 días.

### 5.4 Unidades experimentales

Se utilizaron 36 corderos de las razas Pelibuey, Dorper y Katahdin (Cuadro 5), con 20 machos y 16 hembras recién destetados con peso vivo promedio de  $19.5 \pm 1.5$  kg, se realizó un análisis coproparasitológico, el cual salió negativo a parásitos, se aplicó VITAMIN-VET vía intramuscular profunda con una dosis de 2 ml animal<sup>-1</sup>. Los corderos se alojaron en corraletas individuales de madera, con un área de 1.44 m<sup>2</sup>. El alimento se ofreció dos veces al día, a las 9 de la mañana y 2 de la tarde, los animales tuvieron acceso al agua *ad libitum*.

Cuadro 5 Número de corderos por raza y sexo utilizados en el experimento

<b>Cantidad</b>	<b>Raza</b>	<b>Sexo</b>
<b>10</b>	Dorper	Macho
<b>10</b>	Pelibuey	Macho
<b>6</b>	Dorper	Hembra
<b>6</b>	Pelibuey	Hembra
<b>4</b>	Katahdin	Hembra

### 5.5 Tratamientos

Se utilizaron cuatro dietas integrales con la inclusión de 0, 15, 30, 45, y 60% de contenido ruminal bovino (CRB). Los tratamientos se asignaron a los animales en un diseño completamente al azar, quedando el mismo número de hembras y machos, así como de razas en cada tratamiento. A las dietas y a los rechazos se les determinó materia seca (MS), materia orgánica (MO), extracto etéreo (EE), proteína cruda (PC) de acuerdo a AOAC (2000); fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) mediante la técnica de Van Soest *et al.* (1991).

Las dietas fueron isoproteicas e isoenergéticas, éstas se formularon de acuerdo a los requerimientos indicados en el NRC (1985) para ovinos en crecimiento (Cuadro 6).

Cuadro 6 Dietas experimentales

<b>Ingredientes</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
	%			
<b>Maíz molido</b>	43.1	40.0	37.5	34.0
<b>Heno de alfalfa</b>	7.8	13.0	10.0	0.0
<b>Melaza</b>	6.0	6.0	6.0	7.0
<b>Urea</b>	1.5	1.5	1.5	1.5
<b>Rastrojo de maíz</b>	21.5	9.0	2.0	0.0
<b>Contenido ruminal</b>	0.0	15.0	30.0	45.0
<b>Pasta de soya</b>	18.1	13.5	11.0	10.5
<b>Sal mineral</b>	2.0	2.0	2.0	2.0

## 5.6 Variables evaluadas

### 5.6.1 Ganancia diaria de peso (GDP)

Se pesaron los corderos al inicio del experimento, y posteriormente antes de ofrecer el alimento cada 14 días (8:00 am), hasta finalizar los 60 días del comportamiento productivo. La GDP se obtuvo por la diferencia de peso entre el número de días transcurridos entre las dos pesadas.

### **5.6.2 Consumo de materia seca (CMS)**

El CMS se calculó de manera individual, por la diferencia de peso entre el alimento ofrecido y el rechazado 24 horas después.

### **5.6.3 Conversión alimenticia (CA)**

La CA se determinó como la relación entre GDP y la CMS de forma individual en cada periodo de pesaje.

### **5.6.4 Variables ruminales**

#### **pH, nitrógeno amoniacal y ácidos grasos volátiles (AGV's)**

A los 60 días del experimento se tomaron muestras de líquido ruminal, por medio de sonda esofágica tres horas después de darles el alimento por la mañana, para determinar pH y concentración de AGV's (Erwin *et al.*, 1961) y N-amoniacal. (McCullough, 1967). Las muestras la muestra de líquido ruminal se acidificaron con ácido metafosfórico en una relación 4:1.

El pH se midió con un potenciómetro marca Hanna modelo HL 99163, con electrodo de vidrio, previamente calibrado.

Para medir la concentración de AGV's, la muestra se centrifugo a 14000 x g por 15 minutos, se recolecto 1.5 µl de muestra. El análisis de la muestra se realizó con un cromatógrafo de gases marca Perkin Elmer, Modelo Claurus 500 la columna utiliza fue una Elite FFAP. Se inyectó 1 µl de muestra a una temperatura del inyector de 200°C, detector de 250°C y horno de 140°C. El tiempo de corrida por muestra fue de 7 minutos.

Se utilizó un fotocolorímetro modelo Varian Marca CARY 1E a 630 nm, para la determinar la concentración de N-amoniaco, la muestra fue de 20 µl y se depositaron en tubos de ensayo, se adiciono 1 ml de fenol y posteriormente 1 ml de hipoclorito de sodio, las muestras se incubaron durante 30 minutos a una temperatura de 37°C seguido de una dilución con 5 ml de agua destilada. Se obtuvo una curva estándar, además de un blanco utilizado como referencia.

### **5.7 Digestibilidad *in vivo***

Después de los 60 días de la prueba de comportamiento productivo se determinó la digestibilidad *in vivo* de la MS, MO, PC, EE, FDN y FDA, para lo cual se escogieron cinco borregos machos de cada tratamiento. Se colocaron, bolsas recolectoras de heces a los animales y se ajustó el consumo de alimento al 90% del consumo *ad libitum*, se recolectaron las heces durante ocho días previo a tres días de adaptación a la bolsa recolectora de heces. Las heces se pesaron diariamente, al término de la prueba de digestibilidad, se mezclaron las heces de cada animal y se tomó una muestra de aproximadamente 10% del total excretado, la que se mantuvo en refrigeración a -4°C. En las heces se analizó el contenido de (MS), (MO) y (PC) mediante la técnica de AOAC (2000). (FDN) y (FDA) mediante la técnica de Van Soest *et al.* (1991). La determinación de la digestibilidad *in vivo* (DA) de MS, PC, FDA Y FDN se realizó mediante la fórmula de Harris (1970).

$$DA = \frac{\text{Nutriente consumido} - \text{Nutriente en heces}}{\text{Nutriente consumido}}$$

Nutriente consumido

## 5.8 Rendimiento de la canal

Se evaluaron las características de la canal en cinco animales de cada tratamiento, las unidades experimentales tuvieron un ayuno de 12 horas, para después ser sacrificados de forma convencional, mediante el corte de la yugular.

Se tomó el peso de las proporciones corporales (sangre, piel, cabeza, patas, vísceras verdes, vísceras rojas, grasa de vísceras y contenido gastrointestinal).

El cálculo de rendimiento de la canal se obtuvo mediante las siguientes formulas.

Rendimiento comercial en frío	$PCF/PS \times 100$
Rendimiento biológico en caliente	$PCC/PCV \times 100$
Rendimiento biológico en frío	$PCF/PCC \times 100$

Dónde:

PCC: Peso de canal caliente

PCF: Peso de canal fría

PCV: Peso vacío (Peso corporal vivo – contenido gastrointestinal).

## 5.9 Variables físico-químicas de la canal

### 5.9.1 Área del ojo del lomo (AOL)

La medición de características de la canal por ultrasonografía en tiempo real, se realizó mediante un transductor de señal (17 cm modelo 5040 conectado a un equipo Aloka SSD-500 V) y el procesamiento de imágenes fue realizado con el software CUP (Centralized Ultrasound Processing).

Se evaluó AOL del músculo *Longissimus dorsi* y el espesor de grasa (EG), estimados mediante el software antes mencionado con imágenes capturadas por ultrasonografía utilizando el plano transeccional entre las 12ª y 13ª costillas.

El AOL y EG se tomaron posterior al sacrificio de manera física sobre la muestra de músculo *Longissimus dorsi* utilizando un acetato, el EG se determinó con un vernier y una regla para tomar el largo y ancho de ojo del lomo.

### **5.9.2 pH**

El potencial hidrógeno se midió 24 h *post mortem*, en el músculo *Longissimus dorsi*, se utilizó un potenciómetro marca Hanna modelo HL 99163, con electrodo de vidrio, tomando tres mediciones por muestra.

### **5.9.3 Color de la carne**

La medición del color se realizó 24 horas *post mortem*, se utilizó un colorímetro marca (Konica Minolta CM-700 d), se dejó oxigenar la superficie del músculo *Logissimus dorsi* durante 5 minutos, posteriormente se tomaron tres lecturas de cada muestra.

### **5.9.4 Capacidad de retención de agua (CRA)**

Se tomó una muestra de 0.3 a 0.5 gramos del musculo *Longissimus dorsi* 24 h *post-mortem*, la cual fue colocada entre dos papeles filtro previamente desecados, y los papeles junto con la muestra se colocaron entre dos placas de cristal, sobre estas placas se ejerció un peso contante de 5 kg durante 5 min, posterior a este proceso se volvió a pesar la muestra y la obtención de la CRA se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{CRA} = \frac{(\text{PMI} - \text{PMF}) * 100}{\text{PMI}}$$

PMI

Dónde:

PIM: peso inicial de la muestra

PFM: peso final de la muestra

## 6 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y nueve repeticiones por tratamiento. El total de los datos se analizaron mediante el procedimiento PROC GLM de SAS 9 (2002). La comparación de medias de los tratamientos se realizó mediante la prueba de Tukey.

El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Dónde:  $Y_{ij}$  = observación j-ésima bajo el tratamiento i-ésimo

$\mu$  = media general

$\alpha_i$  = efecto del tratamiento

$\beta_j$  = efecto del sexo

$\epsilon_{ij}$  = error estándar

## 7 RESULTADOS

### 7.1 Comportamiento productivo

Los resultados obtenidos de la prueba de comportamiento se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 7 Comportamiento productivo de los ovinos alimentados con diferentes niveles de contenido ruminal bovino

	TRATAMIENTOS					SEXO			P>F		
kg	T1	T2	T3	T4	EEM	H	M	EEM	TRAT	SEX	T*S
PI	19.25	19.50	19.05	19.16	1.44	18.15	20.12	0.81	0.992	0.098	0.996
GDP	0.27	0.30	0.31	0.32	0.01	0.26 <sub>b</sub>	0.33 <sub>a</sub>	0.01	0.308	0.0005	0.269
CA	5.57	5.55	5.77	5.78	0.22	5.76	5.59	1.59	0.877	0.470	0.600
CMS	1.52	1.70	1.80	1.85	10.87	1.50 <sub>b</sub>	1.88 <sub>a</sub>	76.20	0.122	0.001	0.622
PF	35.78	37.96	37.84	38.51	1.86	33.82 <sub>b</sub>	40.49 <sub>a</sub>	1.33	0.707	0.001	0.690

a,b: medias con diferente literal en la misma fila muestran diferencias ( $P < 0.05$ ).

EEM: error estándar

PF: peso final, GDP: ganancia diaria de peso, CMS: consumo de materia seca y CA: conversión alimenticia

No se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ) en el peso inicial de los animales, en la GDP no hubo efecto de tratamiento pero sí de sexo (0.33 kg machos, 0.26 kg hembras). En la CA no se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ) por tratamiento ni debido al sexo de los animales. El sexo afectó el CMS, siendo mayor en los machos (1.88 kg) que en las hembras (1.50 kg). El PF fue menor ( $P < 0.05$ ) en las hembras (33.82 kg) que en los machos (40.49 kg).

## 7.2 pH, nitrógeno amoniacal y ácidos grasos volátiles (AGV's)

Los valores de pH, nitrógeno amoniacal, al igual que los porcentajes de ácido acético, propiónico y butírico no fueron diferentes ( $P>0.05$ ), por la inclusión de contenido ruminal o por el sexo de los animales. Tampoco se observaron diferencias en la interacción tratamiento x sexo (Cuadro 8).

Cuadro 8 Variables ruminales de ovinos alimentados con diferentes niveles de contenido ruminal

	TRATAMIENTOS				EEM	TRAT	P>F	
	T1	T2	T3	T4			SEX	T*S
pH	6.06	6.27	6.29	6.14	0.14	0.640	0.716	0.841
NH <sub>3</sub> mg dl <sup>-1</sup>	19.74	20.03	18.87	19.05	0.53	0.347	0.218	0.813
ACE (%)	65.32	64.04	67.17	64.98	1.91	0.734	0.879	0.826
PRO (%)	35.78	37.96	37.84	38.51	1.86	0.461	0.460	0.329
BUT (%)	13.78	13.88	13.15	12.53	0.90	0.663	0.136	0.222

a,b: medias con diferente literal en la misma fila muestran diferencias ( $P<0.05$ ).

EEM: error estándar

NH<sub>3</sub>: nitrógeno amoniacal, ACE(%): porcentaje de ácido acético, PRO (%): porcentaje de ácido propiónico, BUT (%): porcentaje de ácido butírico.

## 7.3 Digestibilidad *in vivo*

Los valores de digestibilidad no se vieron afectados por el tratamiento, la digestibilidad de materia seca fue mayor para el T1, el T2 presento una digestibilidad mayor de la proteína cruda, digestibilidad de materia orgánica, fue mayor en el T4. (Cuadro 9).

Cuadro 9 Digestibilidad in vivo de MS, PC, FDN, FDA, MO

	TRATAMIENTOS					
	T1	T2	T3	T4	EEM	P>F
DMS %	76.01	75.32	74.40	74.72	1.22	0.800
DPC %	66.05	71.82	68.57	66.71	3.14	0.577
DFDN %	64.06	64.22	59.97	62.37	1.72	0.302
DFDA %	57.21	54.39	54.64	51.82	2.23	0.427
DMO %	73.35	77.38	74.25	79.78	2.67	0.334

a,b: medias con diferente literal en la misma fila muestran diferencias (P<0.05).

EEM: error estándar

DMS %: porcentaje de digestibilidad de la materia seca, DPC%: porcentaje de digestibilidad de proteína cruda, DFDN %: porcentaje de digestibilidad de fibra detergente neutro, DFDA %: porcentaje de digestibilidad de fibra detergente ácido, DMO%: porcentaje de digestibilidad de materia orgánica

#### 7.4 Rendimiento de la canal

El porcentaje de rendimiento real de la canal, se presentan en el cuadro 10. No se observaron diferencias (P>0.05) debido al tratamiento.

Cuadro 10 Rendimientos de canal por efecto del tratamiento

	TRATAMIENTOS					P>F		
	T1	T2	T3	T4	EEM	TRAT	SEX	T*S
PCV kg	33.73	35.55	35.18	35.59	1.28	0.69	0.05	0.18
RCC %	57.90	58.12	57.92	56.88	0.60	0.36	0.01	0.42
RFC %	57.45	57.55	57.39	56.45	0.63	0.45	0.01	0.55

a,b: medias con diferente literal en la misma fila muestran diferencias (P<0.05).

EEM: error estándar

PCV: peso canal vacía, RCC: rendimiento de la canal caliente, RFC: rendimiento de la canal fría.

Tampoco en el peso de la canal vacío, pero sí por sexo (hembras 33.51 kg, machos 36.08 kg), rendimiento de la canal caliente (hembras 58.72%, machos 56.98%) y rendimiento de la canal fría (hembras 58.18%, machos 56.52%) (Cuadro 11), siendo mayor el rendimiento en las canales de las hembras.

Cuadro 11 Rendimiento de canal por efecto del sexo

	SEXO		P>F			
	H	M	EEM	TRAT	SEX	T*S
PCV	33.51	36.08	0.92	0.69	0.05	0.18
RCC %	58.72 <sub>a</sub>	56.98 <sub>b</sub>	0.43	0.36	0.01	0.42
RCF %	58.18 <sub>a</sub>	56.52 <sub>b</sub>	0.45	0.45	0.01	0.55

a,b: medias con diferente literal en la misma fila muestran diferencias (P<0.05).

EEM: error estándar

PCV: peso canal vacía, RCC: rendimiento de la canal caliente, RCF: rendimiento de la canal fría.

## 7.5 Variables físico-químicas de la canal

En el cuadro 12 se presentan las variables de área de ojo del lomo y espesor de grasa del músculo *Longissimus dorsi*, sin que se encontraran diferencias (P>0.05) por efecto del tratamiento o sexo.

Cuadro 12 Área del ojo y espesor de grasa del músculo *Longissimus dorsi*

	TRATAMIENTOS					SEXO			P>F		
	T1	T2	T3	T4	EEM	H	M	EEM	TRAT	SEX	T*S
AOL	17.39	17.48	18.67	18.27	0.691	17.63	18.21	0.49	0.509	0.406	0.940
EG	0.157	0.172	0.136	0.167	0.02	0.15	0.15	0.01	0.661	0.961	0.957

a,b: medias con diferente literal en la misma fila muestran diferencias (P<0.05).

EEM: error estándar

AOL: área del ojo del lomo, EG: espesor de grasa.

Los indicadores de calidad de la carne, como pH y color L\*, a\*, b\*, así como capacidad de retención de agua en los diferentes tratamientos, fueron similares (P>0.05) (Cuadro 13).

Cuadro 13 Valores de pH, color y capacidad de retención de agua (CRA), en la carne de ovinos que consumieron diferentes niveles de inclusión de contenido ruminal en la ración

NIVELES DE CONTENIDO RUMINAL EN LA RACIÓN				
	0%	15%	30%	45%
pH	5.74±0.08	5.80±0.08	5.96±0.08	5.93±0.08
L*	45.38 ±1.35	43.28±1.31	42.06±1.31	43.39±1.31
a*	12.82±0.82	13.66±0.79	13.50±0.79	12.25±0.70
b*	12.64±0.80	12.56±0.78	12.21±0.77	12.24±0.77
CRA%	37.07±3.97	34.57±3.52	34.83±3.52	33.38±3.52

pH: Potencial de hidrógeno, L\*: intensidad de luminosidad de negro a blanco 0-100 (0=negro, 100=blanco); a\*: intensidad de luminosidad de rojo (de rojo a verde); b\*: intensidad de luminosidad de amarillo (de amarillo a azul); CRA%: capacidad de retención de agua

En el cuadro 14 se presentan las medias y EEM de pH y de los indicadores de color L\*, a\*, b\* de la carne de corderos (machos y hembras) alimentados con diferentes niveles de contenido ruminal. El pH no mostró diferencias (P>0.05) entre hembras y machos, sin embargo los valores a\* y b\* fueron distintos, siendo mayores en la carne de las hembras.

Cuadro 14 Medias de parámetros de calidad por sexo

	Sexo	
	Hembras	Machos
pH	5.87±0.09	5.89±0.06
L* intensidad de luminosidad de negro a blanco	42.87±1.30	42.96±0.85
a* intensidad de luminosidad de rojo	13.69±0.57 <sub>a</sub>	11.37±0.37 <sub>b</sub>
b* intensidad de luminosidad de amarillo	13.06±0.62 <sub>a</sub>	11.27±0.40 <sub>b</sub>
CRA%	33.42±2.94	32.12±2.0

pH: Potencial de hidrógeno, L\*: intensidad de luminosidad de negro a blanco 0-100 (0=negro, 100=blanco); a\*: intensidad de luminosidad de rojo (de rojo a verde); b\*: intensidad de luminosidad de amarillo (de amarillo a azul); CRA%: capacidad de retención de agua en porcentaje; a,b letras distintas en hileras indican diferencia ( $p \leq 0.05$ )

## 8 DISCUSIÓN

### 8.1 Comportamiento productivo

Las GDP que se obtuvieron en el presente experimento no presentaron diferencia ( $P > 0.05$ ) por efecto del tratamiento, Domínguez *et al.* (1996) tampoco las encontraron al incluir 0, 20 y 40 % de contenido ruminal, sustituyendo totalmente el rastrojo de maíz y parcialmente al heno sudán, alfalfa y canola, en la alimentación de ovinos de la raza Pelibuey, obteniendo 210, 209 y 208 g de GDP, al sustituir heno sudán, alfalfa y canola, respectivamente. Lerma y Salinas (1990), tampoco encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ) en esta variable cuando sustituyeron soca de sorgo e incluyeron 0, 13,26 y 39 % por contenido ruminal bovino para la alimentación de ovinos Pelibuey. La GDP en este experimento fue de 193, 188, 201 y 201 g respectivamente. Los resultados en ambos experimentos son

menores que los encontrados en el presente trabajo, donde se obtuvieron GDP de 0.27, 0.30, 0.31 y 0.32 kg, para T1, T2, T3 y T4, respectivamente.

No se observó efecto en el CMS debido al tratamiento, el valor más elevado lo presentó el T4 (1.84 kg). Sin embargo el sexo afectó el CMS (hembras 1.50 kg, machos 1.88 kg). El mayor consumo de materia seca de los machos puede explicar que la GDP haya sido más elevada en T4. Los resultados encontrados por Obregón *et al.* (1995) para CMS son menores a los de este trabajo, donde utilizaron dos raciones integrales con una inclusión de 15 % de cerdaza y 15 % de contenido ruminal, estos autores obtuvieron 1.05 y 1.11 kg, respectivamente. Domínguez *et al.* (1996), observaron también consumos menores (1.35, 1.35 y 1.34 kg) cuando se incluyeron en la dieta 0, 20 y 40 % de CRB en la alimentación de ovinos Pelibuey.

La variable CA, no presentó diferencias ( $P > 0.05$ ) ni por tratamiento ni el sexo. En un experimento realizado por Lerma y Salinas (1990), se reportaron conversiones alimenticias de 9.80, 10.17, 9.7 y 9.6 kg de materia seca por kilogramo de peso vivo, los cuales son mayores a los del presente experimento y a las reportadas por Domínguez *et al.* (1996) quienes obtuvieron conversiones de 6.44, 6.47 y 6.46 para tratamientos con 0, 20 y 40% de contenido ruminal que sustituía al rastrojo de maíz, heno de sudan, alfalfa y canola, en dietas para ovinos de la raza Pelibuey.

El peso final mostró diferencias numéricas por efecto del nivel de inclusión de CRB en los tratamientos, la media de peso final menor se observó en el T1 con 37.78 kg y el mayor peso final para el T4, con 38.51 kg. El sexo afectó ( $P < 0.05$ ) el peso final con una media de 33.82 kg para las hembras y 40.49 kg para los machos. Esto concuerda con los estudios de Kuchtik y Dobes (2006), donde los machos ganaron más peso que las hembras durante el mismo periodo de tiempo. (Notter *et al.*, 1991) menciona que la mayor ganancia de peso de los machos se puede atribuir a su capacidad de poder utilizar los nutrientes de manera más eficiente además de que las hormonas sexuales influyen en el patrón de crecimiento de los corderos.

## **8.2 Concentración de pH, nitrógeno amoniacal y ácidos grasos volátiles (AGV's)**

Los tratamientos, el sexo y la interacción entre éstos no afectaron ( $P>0.05$ ) el valor de pH del líquido ruminal de los ovinos alimentados con diferentes niveles de CRB, éste fue mayor para el T3 y el menor se observó en el T1. El pH en rumen se ve afectado por diversos factores, la alimentación es un factor determinante, los límites fisiológicos de pH en rumen son de 5.5 a 7.0 (Krause y Oetzel, 2006), los valores de pH en este experimento se encontraron dentro del rango fisiológico normal.

No se encontraron diferencias ( $P>0.05$ ) en la concentración de AGV entre tratamientos o por sexo. Estos valores coinciden con los reportados por Thomas y Rook (1977) y Corona *et al.* (1999), al trabajar con forrajes, que tenían porcentajes similares de fibra a los determinados en la presente investigación.

## **8.3 Rendimiento de la canal**

El contenido gastrointestinal y el tipo de finalización son factores que afectan el rendimiento de la canal (Lloyd *et al.*, 1980), por lo que puede variar de 40 a 53% e inclusive hasta 56 y 58% para corderos de rápido crecimiento, como la raza Dorper (Notter *et al.*, 2004). Los rendimientos de canal caliente (RCC) y fría (RCF), no tuvieron efecto debido al tratamiento ( $P>0.05$ ), aunque el sexo sí afectó esta variable RCC (58.72% para hembras y 56.98% para machos) El RCF fue de 58.18% para hembras y 56.52% para machos, lo que coincide con otros trabajos, en que el rendimiento se ha visto afectado por la cantidad de contenido gastrointestinal Domínguez-Vara *et al.* (2009) y Ribeiro *et al.* (2011). El peso de los animales en T4 se correlacionó al RCC y RCF en forma negativa, ya que a mayor peso se tienen menores rendimientos, esto mismo se ha observado en ovinos Suffolk, en donde el peso al sacrificio afectó el rendimiento de los animales más

pesados en forma negativa, coincidiendo con los resultados obtenidos por Bianchi *et al.* (2006) y Parilo *et al.* (2007).

#### **8.4 Variables físico-químicas de la canal**

Las variables evaluadas en el músculo *Longissimus dorsi*, área del ojo del lomo (AOL) y espesor de grasa (EG) no presentaron diferencia ( $P > 0.05$ ), (Datanas *et al.*, 2008) encontraron resultados menores a los del presente experimento en el AOL y mayores para EG. Coronel (2005) reportó un valor de 2.60 mm, en ovinos de pelo, donde se sustituyó al sorgo común en un 60 % por sorgo escobero.

El AOL en este experimento fue de 17.95 en promedio valor mayor que el encontrado por (Notter *et al.* 2004 y Arvizu *et al.* 2011) que reportaron valores de (14.1 y 12.87 cm<sup>2</sup>) para AOL, con pesos de canal caliente de 25.9 y 20.07 kg, respectivamente.

El pH está relacionado con el grado de estrés que sufre el animal durante el sacrificio (Bianchi *et al.*, 2006). El pH 24h *post-mortem* en promedio fue 5.8, valor que es considerado normal (Hargraves *et al.*, 2004; Schiffner *et al.*, 2005; Oliete *et al.*, 2006), produciendo consecuentemente, una carne dentro de los parámetros estándar, es decir, una carne con características apropiadas en color, firmeza y jugosidad (Schiffner *et al.*, 2005). Los resultados de pH 5.49 encontrados por Rodríguez *et al.* (2008) en corderos finalizados con pulpa de cítricos fueron menores a los de este estudio, sin embargo Ramírez-Briebesca *et al.*, (2007) y Aguilar (2006) mencionan un pH de 5.8, a las 24 h *post mortem* en la canal de ovinos de pelo.

En las variables pH, CRA e indicador de color L\*, se observó efecto del sexo se presentó en los indicadores de color a\* y b\* fueron mayores ( $P > 0.05$ ) en las hembras (a\* 13.69 y 11.37 en machos). El indicador b\* el valor fu mayor para las hembras 13.06 y 11.27 en machos. Sañudo (1992) indica que en general las diferencias entre sexos no son importantes aunque se puede decir que las

hembras tienen carnes más oscuras como consecuencia del mayor contenido de pigmentos heminicos, debido a su mayor precocidad.

## **9 CONCLUSIONES**

La inclusión de contenido ruminal en la dieta, es una fuente viable de alimentación debido a su contenido nutricional, además de que no afecta las variables productivas ni ruminales, incluso mejorando el peso final, con una diferencia numérica de 2.64 kg entre el T1 con 0% de inclusión de contenido ruminal T4 con inclusión de 45 % de contenido ruminal, siendo mayor para este último.

Los rendimientos de canal caliente y fría, no se ven afectados por el tipo de tratamiento sin embargo, el sexo si mostro diferencia favoreciendo a las hembras con mayores porcentajes de rendimiento.

Las variables físico-químicas de la canal se encuentran dentro de los parámetros normales, por lo que la adición de hasta 45 % de contenido ruminal no afecta la calidad de la canal, ya que se obtienen las características apropiadas de pH, indicadores de color L\*, a\* y b\*, y capacidad de retención de agua.

## 10 LITERATURA CITADA

Aguilar, J. G. (2006). Calidad de carne de corderos con dietas suplementadas con selenio y magnesio. Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa, México. pp. 23-30.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists. (2000) Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th. edition. Washington, DC, U.S.A.

Arvizu, R.R., Domínguez, I. A., Rubio, M. S., Bórquez, J. L., Pinos-Rodríguez, J. M., González, M. & Jaramillo, G. 2011. Effects of genotype, level of supplementation, and organic chromium on growth performance, carcass, and meat traits grazing lambs. Meat Sci. 88:404

Ayala G.; Perea T.F. 2000. Reciclado de materiales orgánicos de desperdicio a escala industrial. Revista grupo ecológico. p. 200-209.

Barajas C., R.; Flores A., L. R. Y Dominguez C., J. E. 1993. Degradación ruminal en borregos del contenido ruminal de bovinos sacrificados en el rastro municipal de Culiacán, Sinaloa. Memorias. VI Congreso Nacional de Producción Ovina. AMTEO, Ciudad Valles, San Luis Potosí.

Bianchi, G, Garibotto, G; Feed, O.; Bentancur, O; Franco, JU. (2006). Efecto del peso al sacrificio sobre la calidad de la canal y de la carne de corderos Corriedale puros y cruza. Archivos de Medicina Veterinaria, vol. 38, núm. 2, 2006, pp. 161-165.

Corona, L., Mendoza G.D., Castrejon F.A., Crosby M.M. y Cobos, M.A. 1999. Evaluation of two yeast cultures (*Saccharomyces cerevisiae*) on ruminal fermentation and digestión in sheep fed a corn stover diet. *Small Ruminant Research*. 31:209-214.

Coronel, B.F. 2005. Efecto de la sustitución de sorgo común (*Sorghum vulgare*) por sorgo escobero (*Sorghum bicolor* var. *technicum*, Jav.) en la respuesta productiva y características de la canal en ovinos de pelo de engorda. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Sinaloa. México

Dantas, A. F.; Pereira Filho, J. M.; Silva, A. M. A.; Santos, E. M.; Sousa, B.B.; Cezar, M. F. 2008. Características da carcaça de ovinos Santa Inês terminados em pastejo e submetidos a diferentes níveis de suplementação. *Ciência Agrotécnica*, 32, 1280-1286.

Domínguez C. J. E., Flores A. L. R., Barajas C. R. y Obregón J. F. 1996 Utilización de Contenido Ruminal seco en la alimentación de rumiantes productivos en Sinaloa. Publicado en "Ambiente y Ecología en Sinaloa: Diagnostico y Perspectiva", pp 27-37, diciembre 1996, Culiacán Sin. México.

Domínguez C.J.E.; Barajas C.R. 1993. Utilización del contenido ruminal en dietas integrales para borregos de engorda. *Memorias del XVIII congreso nacional de Buitría*. México, D. F. p. 318-320.

Domínguez. C. J. E. 2002. El contenido ruminal, producto de desecho orgánico como ingrediente en la alimentación de animales.

Domínguez-Vara, I.A., González-Muñoz, S.S., Pinos Rodríguez, J.M., Bórquez-Gastelum, J.L., Bárcena-Gama, R., Mendoza-Martínez, G., Zapata, L.E. &

LandoisPalencia, L.L. 2009. Effects of feeding selenium-yeast and chromium-yeast to finishing lambs on growth, carcass characteristics, and blood hormones and metabolites. *Animal Feed Sci. Tech.* 152:42

Duarte-Fajardo, C., Jaramillo-López, G. 1988. Contenido ruminal en la alimentación de cerdas gestantes y lactantes. *Rev. Nacional de Zootecnia Colombia.* 5(27): 23-25.

Erwin E. S., G. J. Marco y E. Emery. 1961. Volatile fatty acid analysis of blood and rumen fluid by gas chromatography. *J. dairy Sci.*, 44:1768-1771.

Falla-Cabrera. (2002). Uso del contenido ruminal y algunos residuos en la industria cárnica para la elaboración de compost. [Nerker.net/ficheros/instrucciones/INST-AGROPAN.PDF](http://Nerker.net/ficheros/instrucciones/INST-AGROPAN.PDF) [unicit.cl/monografía/monografía\\_v21267\\_capitulo 12 pdf](http://unicit.cl/monografía/monografía_v21267_capitulo_12.pdf).

Falla-Cabrera. 1995. Desechos de matadero con alimento animal en Colombia. Frigorífico Guadalupe S. A. Santa fe de Bogotá Colombia. Folleto. 30p.

Hargreaves, A., Barrales, L., Peña, I., Larrain R. y Zamorano, L 2004. Factores que influyen en el pH último e incidencia de corte oscuro en canales de bovinos. *Cien. Inv. Agr.* 31 pp: 155-166.

Krause, K. M., and G. R. Oetzel. 2006. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy 140 • *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* Vol. 15 (Supl. 1) 2007 herds: A review. *Animal Feed Science and Technology* 126: 215–236.

Kuchtik J. and Dobes I. (2006). Effect of some factors on growth of lambs from crossing between the Improved Wallachian and East Friesian. *Czech J Anim Sci.* 51, 54–60.

Lerma D., E. y Salinas Ch., J. 1990 Utilización de contenido ruminal se de bovino en la sustitución de la soca de sorgo en dietas integrales para ovinos. III Reunión de Nutrición Animal. GNMNA-UAAAN. Buenavista, Satillo, Coahuila., México.

Lloyd, W.R., Slyter, A.L. & Costello, W.J. 1980. Effect of breed, sex, and final weight on feedlot performance, carcass characteristics and meat palatability of lambs. *J. Animal Sci.* 51:316

Mann, I. 1964. Los subproductos animals, su preparación y su aprovechamiento. ONU para la agricultura y la alimentación Roma. Italia.

McCullough, H., 1967. The determination of ammonia in whole blood by direct colorimetric method. *Clin. Chim. Acta.* 17: 297–304.

Notter D.R., Kelly R.F. and McClaugherty F.S. (1991). Effects of ewe breed and management system on efficiency of lamb growth production: II. Lamb growth, survival and carcass characteristics. *J Anim Sci.* 69, 22-33.

Notter, D.R., Greiner, S.P. & Wahlberg, M.L. 2004. Growth and carcass characteristics of lambs sired by Dorper and Dorset rams. *J. Animal Sci.* 82:1323

NRC (National Research Council), 1985. Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of Sheep, 6th revised ed. National Academy of Sciences. Washington, DC, USA.

Obregon J. F., Domínguez C. E., Estrada A. A., Ríos M. P., Flores A. L., (1995) Empleo de cerdaza y contenido ruminal en raciones integrales para ovinos de engorda. Memorias de IV Congreso de la Sociedad Mexicana de Patólogos Veterinarios, A.C. pp 198-201 Toluca, Estado de México.

Oliete, B Moreno, T..., Carballo, J. A Monserrat, L., y Sánchez L. 2006. Estudios de la calidad de la carne de ternera de raza Nubia gallega a lo largo de la maduración al vacío. Arch. Zootec. 55(209): 3-14

Parilo, J.; Wells, G.; Campos, J. y Martínez, A. (2007). Composición de canales de corderos suffolk de la zona centro sur de Chile, sacrificados a 15, 25 y 35 kg de peso vivo. Sitio Argentino de Producción Animal. Appa - alpa - Cuzco, Perú pp. 1-5

Ramírez-Bribiesca, E.; Hernández-Cruz, L.; Guerrero-Legarreta, I. y Hernández-Calva, L. M. (2007). Calidad de la carne y análisis sensorial en ovinos de pelo y lana provenientes de engorda intensiva en México. Sitio Argentino de Producción Animal. pp. 1-3.

Ribeiro, E.L.A., Mizubuti, I.Y., Ferreira da Silva, L., Pereira de Paiva, F.H., De Sousa, C.L. & Boscaro de Castro, F.A. 2011. Desempenho, comportamento ingestivo e características de carcaça de cordeiros confinados submetidos a diferentes frequências de alimentação. Rev. Bras. Zootec. 40:892

Rodriguez, G. H.; Sunsin, A. I.; Vaz, P.; Clayton, Q. y Fumi, S. (2008). Polpa citrica para cordeiros em confinamento: características de carcaca e qualidade da carne. Revista Brasileira de Zootecnia. 37:25-27.

Sañudo, C., Santolaria, M.P., Sierra, I., Alcalde, M. J., Touraille, C. (1992) Proc 38th Int. Congr. Meat Sci. Technol, 2, p. 277.

SAS 1999. User's Guide: Statiscs. SAS Institue.Cry, North Carolina.USA.

Schiffner, E., Opiel, K. y Lörtzing, D. 2005. Elaboración casero de carne y embutido. Editorial Acriba, S. A. Zaragoza, España. 35 p.

Thomas, P.C., Rook, J.A.F. 1977 Manipulation of rumen fermentation. Recent advances in animal nutrition. William, H. y Dyfed L. p 83-109.

Trillos E. (2007). Contenido Ruminal de Bovino. Revista electrónica de Medicina Veterinaria. 8 (14): 14-21.

Uicab-Brito, L.A. y C. A. Sandoval Castro. (2003). Uso del contenido ruminal y algunos residuos de la industria cárnica en la elaboración de composta. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 2(2): 45-63.

Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74:3583–3597.