



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA
SALUD ANIMAL**

**CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y CALIDAD DE LA
CARNE EN CRUZAMIENTOS TERMINALES DE OVEJAS
KATAHDIN CON SEMENTALES DE RAZAS CÁRNICAS
ESPECIALIZADAS**

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS DE LA
PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL

P R E S E N T A

EDITH TATIANA VÁZQUEZ SORIA

TUTOR PRINCIPAL:
RUBÉN DANILO MÉNDEZ MEDINA

COMITÉ TUTORAL:
MARÍA SALUD RUBIO LOZANO
JOSÉ ARMANDO PARTIDA DE LA PEÑA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

	Pagina
Resumen	1
Abstract	2
1. Introducción	3
2. Objetivos	5
3. Hipótesis	5
4. Marco teórico conceptual	6
<i>4.1 Producción ovina en México</i>	<i>6</i>
<i>4.2 Razas empleadas</i>	<i>9</i>
4.2.1 Charollais	9
4.2.2 Dorper	10
4.2.3 Katahdin	11
4.2.4 Suffolk	12
4.2.5 Texel	13
<i>4.3 Heterosis y su uso en los cruzamientos</i>	<i>15</i>
4.3.1 Heterosis	15
4.3.2 Uso de cruzamientos terminales	16
<i>4.4 Comportamiento productivo</i>	<i>17</i>
4.4.1 Crecimiento	17
4.4.2 Desarrollo	18
<i>4.5 La canal ovina</i>	<i>20</i>
4.5.1 Conformación y clasificación de la canal	20
4.5.2 Peso y rendimiento de la canal	22
4.5.3 Medidas morfológicas de la canal	23
4.5.4 Composición tisular de la canal	24

4.6	<i>Calidad de la carne</i>	26
4.6.1	pH	27
4.6.2	Color	28
4.6.3	Capacidad de retención de agua	29
4.6.4	Composición química de la carne de cordero	29
4.7	<i>Atributos sensoriales de la carne</i>	30
4.7.1	Sabor	30
4.7.2	Jugosidad	31
4.7.3	Suavidad (Terneza)	31
5.	Material y métodos	33
5.1	Lugar de estudio	33
5.2	Mediciones <i>Ante mortem</i>	33
5.3	Mediciones <i>Post mortem</i>	34
5.4	Calidad instrumental de la carne	35
5.5	Atributos sensoriales de la carne	37
5.6	Diseño estadístico	37
6.	Resultados	38
6.1	Mediciones <i>Ante mortem</i>	38
6.2	Mediciones <i>Post mortem</i>	39
6.3	Calidad instrumental de la carne	42
6.4	Atributos sensoriales de la carne	45
7.	Discusión	46
7.1	Mediciones <i>Ante mortem</i>	46
7.2	Mediciones <i>Post mortem</i>	49
7.3	Calidad instrumental de la carne	53
7.4	Atributos sensoriales de la carne	56
8.	Conclusiones	57

9. Referencias	58
-----------------------	-----------

Índice de Cuadros

	Página
1. Peso vivo de los corderos en cruzamientos terminales con razas cárnicas	
2. Ganancia diaria promedio de peso de los corderos en cruzamientos terminales	
3. Peso y rendimiento de la canal en corderos de cruzamientos terminales	
4. Clasificación de la canal en corderos de cruzamiento terminales	
5. Medidas morfométricas de la canal de corderos de cruzamientos terminales	
6. Composición tisular de la espaldilla izquierda de corderos de cruzamientos terminales	
7. Composición química del músculo <i>L. dorsi</i> de corderos de cruzamientos terminales	
8. Color del músculo <i>L. dorsi</i> de corderos de cruzamientos terminales	
9. Color de la grasa perirrenal de corderos de cruzamientos terminales	
10. Fuerza de corte, pH _{24h} y capacidad de retención de agua del músculo <i>L. dorsi</i> de corderos de cruzamientos terminales	
11. Atributos sensoriales de la carne de corderos de cruzamientos terminales	

Índice de graficas

1. Población ovina nacional (1999-2008)	6
2. Producción nacional de carne en canal (2000-2009)	7
3. Consumo de carne ovina	8

Índice de figuras

1. Ejemplar de la raza Charollais	9
2. Ejemplar de la raza Dorper	11
3. Borrega de la raza Katahdin	12
4. Ejemplar de la raza Suffolk	13
5. Ejemplar de la raza Texel	14
6. Mediciones morfológicas sobre media canal ovina	24

Anexos

1. Formulaciones alimenticias para cordero en crecimiento y finalización	68
2. Especificaciones para la clasificación de la canal de ovino con base en la grasa de cobertura y conformación (NMX-FF-106-SCFI-2006)	69
3. Características de los consumidores participantes en el análisis sensorial de la carne	70
4. Formato de evaluación de la carne	71

Resumen

Se evaluó el comportamiento productivo, las características de la canal, la calidad instrumental y sensorial de la carne de corderos F1 de ovejas Katahdin (K=200) cruzadas con sementales de cuatro razas (n=5): Charollais, Dorper, Suffolk y Texel para determinar el mejor perfil productivo y la mayor calidad en canal y carne. Los resultados obtenidos muestran que los animales Charollais/Katahdin (ChK) presentaron el mejor comportamiento productivo, logrando un peso a los 137 días (46.6 ± 8.5 Kg) superior a los otros tres tratamientos, mientras que la ganancia diaria promedio fue estadísticamente igual para ChK y DK (307 ± 6 y 265 ± 5 g respectivamente) y superior a los otros dos genotipos ($P < 0.05$). El peso de la canal fría y caliente fue mayor en el cruzamiento ChK (21.8 ± 3.0 y 23.1 ± 3.2 Kg), mientras que el grupo SK presentó mayor rendimiento verdadero en canal fría (54.6 ± 1.3 kg). Todas las canales fueron clasificadas como México Extra a excepción del genotipo TK, que fue México 1 ($P < 0.05$). Las medidas morfológicas analizadas indican un mayor perímetro de grupa en corderos SK y DK (67.70 y 66.80 cm, respectivamente), una mayor longitud interna de la canal y pierna para SK (64.10 y 40.10 cm), pero con menor profundidad de tórax, la cual fue mayor para la crucea DK (27.50 cm). El área de músculo *L. dorsi* (MLD) fue superior en ChK que en los otros tres genotipos (17.04, 15.87, 15.51 y 13.86 cm²; respectivamente). ChK obtuvo la menor proporción de tejido magro (61.1 ± 2.6) y el mayor engrasamiento (18.1 ± 3.3) comparado con los otros tres genotipos. El tipo de cruzamiento no generó diferencia ($P > 0.05$) en la cantidad de humedad, proteína, grasa y ceniza (73.3; 22.7; 2.5 y 1.0% respectivamente). Respecto al color, la carne de SK fue más oscura (30.1 ± 1.5) e intensa en tono (37.4 ± 4.2). En el caso del color de la grasa perirrenal esta es igual para ChK y SK en el índice de amarillo (13.4 ± 1.6 y 12.3 ± 1.5 respectivamente) y el croma (14.1 ± 2.2 y 12.7 ± 1.8). No se observaron diferencias significativas en el pH entre tratamientos, al igual que en la fuerza de corte, la cual varió entre 3.50 y 3.87 (kg/cm²). En la evaluación sensorial de la carne se obtuvieron valores superiores al 70% en las variables de sabor, suavidad, jugosidad y aceptación general, pero no se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre genotipos.

PALABRAS CLAVE: Corderos, Cruzamiento, Ganancia de peso, Características de la canal, calidad de la carne, análisis sensorial

CHARACTERISTICS OF THE DRESSED CARCASS AND THE QUALITY OF THE MEAT IN THE TERMINAL CROSSING OF KATAHDIN SHEEP WITH SPECIALIZED MEAT-RACE BREEDING SIREs

Summary

To determine the best productive profile and the highest quality of dressed carcass and meat, the following characteristics were evaluated in Katahdin (K) sheep that were crossed with sires from the Charollais (Ch), Dorper (D), Suffolk (S), and Texel (T) breeds: productive performance, the characteristics of the dressed carcass, and the instrumental and sensory quality of the meat of F1 lambs. The results show that the Charollais/Katahdin (ChK) cross achieved the best productive performance: after 137 days, their weight (46.6 ± 8.5 kg) was higher than that of the other three treatments, while statistically the average daily gain was equal for both ChK and DK (307 ± 6 and 265 ± 5 g, respectively), and higher than the other two genotypes ($P < 0.05$). The weight of cold and hot dressed carcasses was higher in the ChK cross (21.8 ± 3.0 and 23.1 ± 3.2 kg), while the actual output of the cold dressed carcass was higher in SK (54.6 ± 1.3 %). All dressed carcasses were classified as "México Extra", except for the TK genotype, which was classified as "México 1" ($P < 0.05$). The morphologic measures that were analyzed show a greater perimeter in the hindquarters of SK and DK lambs (67.7 and 66.8 cm, respectively), and a higher internal length of dressed carcass and legs in SK (64.1 and 40.1 cm); however, the DK cross had the deepest thorax (27.5 cm). The *Longissimus dorsi* muscle (MLD) area was greater in ChK than in the other three genotypes (17.04, 15.87, 15.51, and 13.86 cm², respectively). ChK had the smallest proportion of lean tissue (61.1 ± 2.6 %) and the highest content of fat (18.1 ± 3.3 %), compared to the other three genotypes. There was no difference as a result of the type of crossing ($P > 0.05$), with regard to the amount of humidity, protein, fat, and ashes (73.3, 22.7, 2.5, and 1.0%, respectively). Perirenal fat was the same for ChK and SK, with regard to the yellow (13.4 ± 1.6 and 12.3 ± 1.5 , respectively) and saturation index (14.1 ± 2.2 and 12.7 ± 1.8). There were no signs of significant differences, neither in pH between treatments, nor in the cutting strength, which varied between 3.50 and 3.87 kg/cm². With regard to the sensory evaluation of the meat (flavor, softness, juiciness, and general acceptance variables, all with over 65% of acceptance) there were no significant differences ($P > 0.05$) between genotypes.

1. Introducción

La ovinocultura en México era vista como una actividad poco redituable, propia de un sector con bajos recursos económicos, que estaba asociada a la falta de tecnificación y a sistemas de producción extensivos o de traspatio; cuya principal importancia era el constituir un apoyo económico importante para la subsistencia de las familias^(1,2,3,4). Comúnmente, ésta actividad generaba animales de bajo peso, con edad avanzada (algunos considerados de desecho) y con baja calidad cárnica para abastecer al mercado nacional.

Esta situación ha cambiado durante las últimas dos décadas, lográndose una notoria transformación del sector ovino, el cual está orientado hacia la producción de carne⁽³⁾. Se ha puesto de manifestó un gran interés por parte de los productores para tecnificar y mejorar sus sistemas de explotación, siendo más evidente en el centro del país, donde se encuentra la mayor parte de los productores y se tiene un alto consumo de borrego⁽⁵⁾. Esto ha sido reforzado por los precios atractivos que tienen los borregos para abasto en el mercado de carne, por los apoyos gubernamentales específicos para este sector y por una mejor organización de los ovinocultores, que les permite vender su producto en conjunto^(3,6). Este cambio también se manifiesta en un incremento constante de la población ovina, que ha pasado de casi 6 millones de animales en 1999 a cerca de 8 millones de cabezas en el 2008⁽⁷⁾, lo cual se reflejan en una producción de 51.3 toneladas de carne en canal⁽⁸⁾.

No obstante el aumento en la producción de carne de ovino, aún es insuficiente para satisfacer el consumo *per capita* que se encuentra en constante crecimiento, siendo de 709g en el 2009⁽⁹⁾. Por tal motivo, el sector se ve obligado a recurrir a la importación de canales y piezas, dejando a la producción interna con un 60% de la participación y 40% de producto externo para cubrir la demanda del mercado nacional^(10,11).

A pesar de este crecimiento en el consumo, la mayor cantidad de la carne es consumida en platillos típicos como la barbacoa, siendo el más representativo^(3,10); aun así, existe otro sector del mercado de carne ovina, dedicado a los cortes finos y productos cárnicos procesados. Este segmento, actualmente se encuentra en un desarrollo constante, al ofrecer productos con valor agregado, teniendo mayor demanda en zonas turísticas, estratos socioculturales específicos y recientemente en supermercados nacionales⁽¹¹⁾.

El panorama anterior favoreció una situación en la que los criadores de ovinos en sistemas intensivos y semi-intensivos introdujeron en sus hatos, una gran cantidad de razas, tanto de lana como de pelo, para utilizarlas en diversos cruzamientos tratando de mejorar las características iniciales de sus animales y obtener mejores ganancias económicas^(12,13); sin embargo, estos cruzamientos se han realizado sin control y de forma desordenada, originándose múltiples mezclas en la constitución genética de las explotaciones.

Por lo anterior, el propósito del trabajo se enfoca en evaluar las características de la canal y la calidad de la carne de corderos originados por el cruzamiento de ovejas de pelo raza Katahdin con sementales de cuatro razas cárnicas especializadas: Charollais, Dorper, Suffolk y Texel.

2. Objetivos

Evaluar parámetros productivo, características la canal y calidad de la carne en corderos provenientes de cruzamientos terminales entre ovejas Katahdin y sementales de razas Suffolk, Dorper, Texel y Charollais.

Objetivo específico:

- Medir las ganancias de peso en cada genotipo
- Identificar el tipo de cruzamiento racial que posee mejores características de la canal.
- Definir el genotipo o genotipos que producen mejor calidad de carne.

3. Hipótesis

Al menos uno de los cruzamientos terminales de ovejas Katahdin con sementales de las razas cárnicas especializadas (Charollais, Dorper, Texel y Suffolk), presenta una mayor ganancia de peso, mejores características de la canal y una mayor calidad de carne, comparado a los otros tres genotipos.

4. Marco teórico conceptual

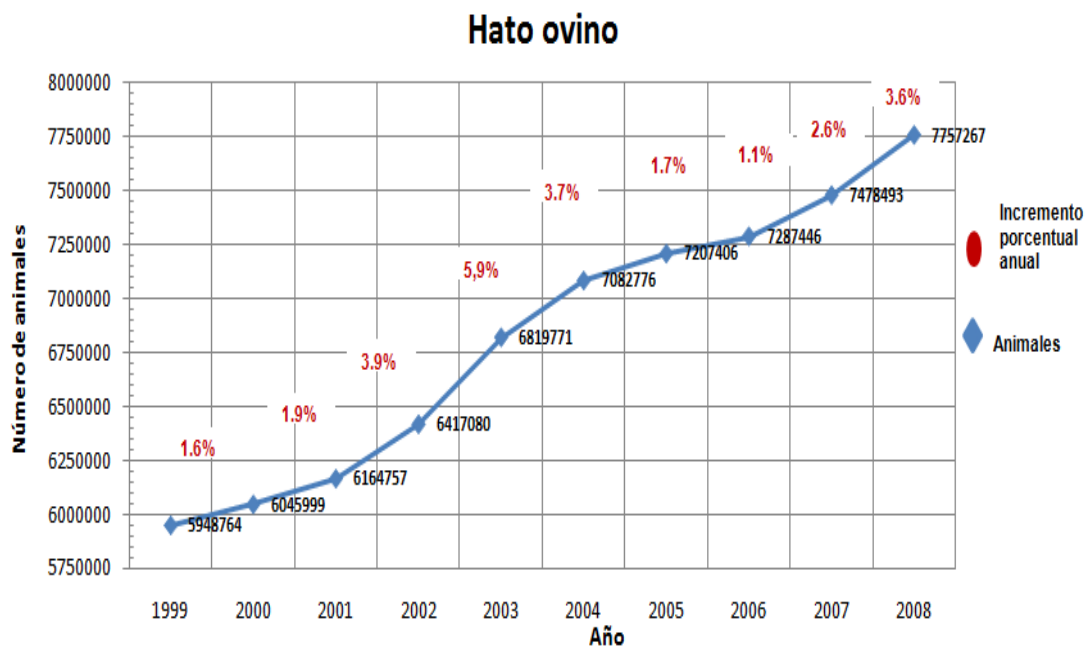
4.1 Producción ovina en México

En México, la ovinocultura ha sido una actividad pecuaria que se práctica desde la época de la colonia. Desde entonces y por varios siglos se dio una gran importancia a la producción de lana, que se realizaba en sistemas extensivos situados principalmente en el norte del país, dando poca o nula importancia a producción de carne⁽¹⁴⁾.

Posteriormente, la producción ovina se fue extendiendo al resto del país, diversificándose en sistemas que van desde el trashumante, producción de traspatio, sistemas extensivos, hasta sistemas intensivos, en estabulación altamente tecnificados y con asesoría especializada⁽¹⁵⁾.

A pesar de estar presente en toda la república, la ovinocultura fue rezagada durante mucho tiempo, permaneciendo más asociada a familias de escasos recursos económicos, que veían la producción como una forma de ahorro y para autoconsumo^(16,4).

No obstante, en los últimos veinte años, la ovinocultura ha emergido con un crecimiento constante que se aprecia con una mayor especialización y tecnificación en la producción, haciendo más rentable y atractivo al sector ovino. Este avance que se ha tenido, se debe (en parte) al interés de los ovinocultores al obtener apoyos económicos gubernamentales, al alto precio de la carne en el mercado y a la demanda creciente del producto, que ha originado una mayor organización en los productores^(6,3).

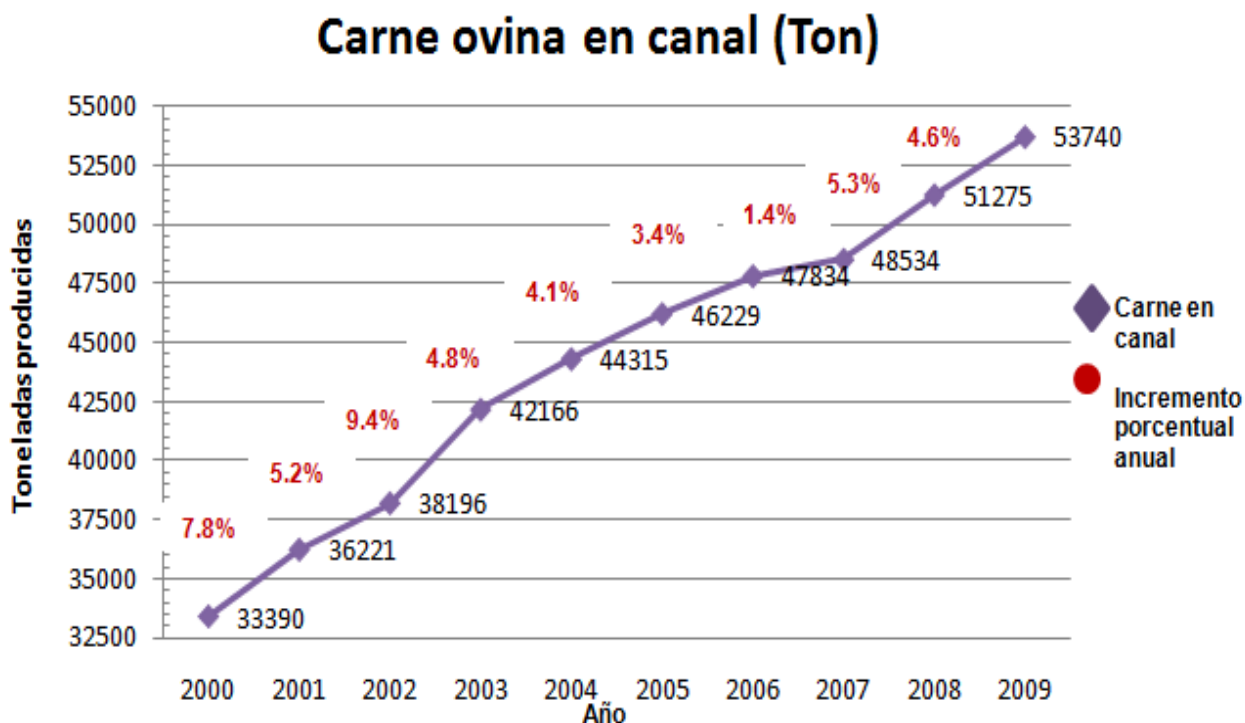


Gráfica 1. Población ovina nacional (1999-2008)

Fuente de datos: SIAP, 2011

Esto se refleja más claramente en el número de hatos registrados, que para el 2008 ascendían a 421,000 unidades⁽¹⁷⁾, produciendo 7,757,267 animales. La Grafica 1, muestra el incremento constante en los últimos diez años, representando en promedio un 2.9% de aumento anual en la población de animales⁽⁷⁾.

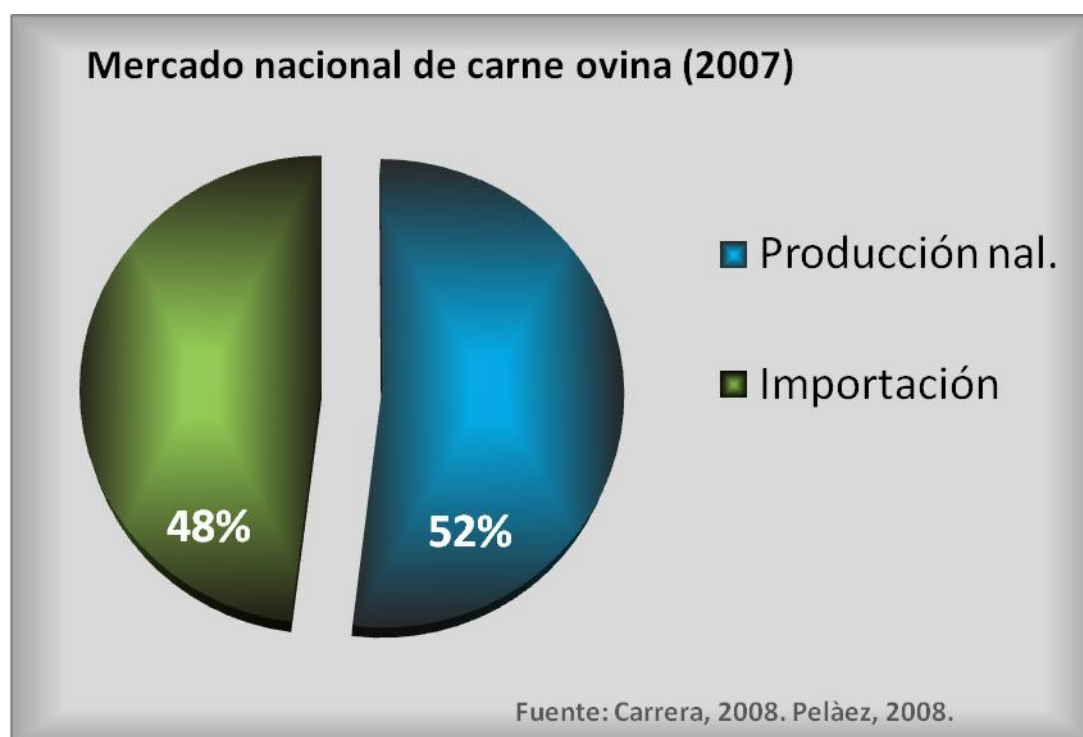
En el año 2004, la población ovina se encontraba distribuida de la siguiente manera: 52% en la región centro del país, conformada principalmente por razas lanares como Suffolk, Hampshire, Rambouillet y Dorset; el 23% en la región sur, con razas principalmente de pelo como Pelibuey, Black Belly, Katahdin y Dorper; mientras que al occidente se estimó un 14% del hato nacional con cruza diversos de genotipos lanares y de pelo; dejando al 11% faltante en el norte, donde se cría Rambouillet y cruza diversas de pelo y lana⁽²⁾. Existen otros genotipos de reciente introducción al país como Charollais, Texel, Romanov, East Friesian y Saint Croix, aunque el tamaño de su hato aun es reducido.



Grafica 2: Producción nacional de carne en canal (2000-2009)

Fuente de datos: SIAP, 2011

Esta diversidad de razas empleadas generó una gran cantidad de cruzamientos donde la mayoría de los criadores solo toman en cuenta aspectos físicos de los animales, sin considerar el fin productivo de la empresa⁽¹³⁾, creando borregos con alta heterogeneidad, además de diferente peso por el tipo de dieta, edades y calidad diferente al momento de la venta, dando como consecuencia una alta variación estacional que se refleja en la disponibilidad de canales ovinas a lo largo del año, afectando el precio del producto y contraviniendo las exigencias del mercado, que requiere constancia en la entrega y uniformidad en la calidad de la carne⁽¹⁵⁾. Sin embargo, a pesar de que de 1999 al 2008 se ha tenido un crecimiento promedio del 5.1% y ha generado 53,740 toneladas de carne en canal durante el año 2009 (Grafica 2)⁽⁷⁾, aun no logra cubrir la demanda del consumo *per cápita* que se situaba en el 2009 en 709 g⁽⁹⁾, siendo México el principal importador de carne ovina en América Latina⁽¹⁵⁾. Mientras que del volumen de producto que se adquiere a países como Australia y Nueva Zelanda, que principalmente corresponde a canales y vísceras de bajo costo y calidad, representó en el 2007 el 48% (Grafica 3) de la carne consumida total^(18,17).



Grafica 3: Consumo de carne ovina

Esto indica que a pesar de incrementarse la producción de carne nacional, aun queda gran parte de la demanda por cubrir, además de impulsar la diversificación de productos. Por lo que la ovinocultura nacional tiene buenas posibilidades de desarrollo, aunque se necesitan animales de excelente calidad cárnica, homogéneos y con rápido crecimiento, para satisfacer las necesidades del mercado.

4.2 Razas empleadas

4.2.1 Charollais

La raza ovina Charollais se originó en el siglo XVIII en Francia, siendo resultado de una mezcla de animales Leicester con ovejas locales Landrace, con el fin de abastecer de carne a la población de las grandes ciudades del país ^(19,15).

A finales del siglo XX, la raza conocida como Mouton Charollais, se posicionó como la más representativa en Francia. Aunque, en Inglaterra fue mejorada para dar características plenas para el ganado de carne ^(19,15).

En 1994 estos animales llegaron a Canadá con la importación de embriones para la formación de hatos reproductores que dieran una mayor aptitud cárnica. De este país proceden los primeros animales Charollais que se tienen en México ⁽²⁰⁾.



Figura 1. Ejemplar de raza Charollais

Los borregos Charollais se caracterizan por ser precoces en crecimiento y comportamiento sexual, las hembras presentan un buen índice de prolificidad e instinto materno ^(19,15). Por su selección abocada a

producir carne, los animales de este genotipo presentan una conformación robusta y musculosa, con una rápida ganancia de peso que se da desde edades tempranas alcanzando 250 a 260 g al día en corderos gemelos y 300 g en caso de una sola cría; logrando llegar a los 30 kg en 70 días. El peso adulto varía de 110 a 165 kg en machos y de 80 a 100 kg en hembras⁽²¹⁾.

La Charollais es una raza totalmente cubierta de lana a excepción de la cabeza, que está cubierta por pelo, con un color de piel rosa a gris y lana muy corta y blanca. Un tórax amplio, cuerpo largo pero musculoso, piernas cortas con gran desarrollo muscular y buenos aplomos⁽¹⁹⁾.

El perfil productivo que posee esta raza y su aptitud cárnica, ha hecho que actualmente se expanda a más países y se emplee en cruzamientos terminales, como una opción para generar corderos de abasto, en menor tiempo, mejorando los atributos de las canales y la carne obtenida.

4.2.2 Dorper

Es una raza de pelo, de origen sudafricano, creada en 1930 con el objetivo inicial de generar un animal que, bajo condiciones de pastoreo y en un clima semiárido con altas temperaturas, pudiera tener la capacidad de adaptarse, poseer buena conversión alimenticia y conformación cárnica^(22, 23).

Para este fin, se utilizaron animales de las razas Dorset Horn y Black Head Persian⁽¹⁵⁾. Los animales obtenidos poseen grandes atributos de las razas progenitoras como una alta resistencia a parásitos intestinales, rusticidad y un crecimiento acelerado, que hacen a los borregos Dorper animales precoces, aunque con engrasamiento subcutáneo⁽²³⁾.

Existen dos variedades de la raza, el primero tiene el cuerpo completamente blanco y la segunda, que es la más conocida se caracteriza por tener la cabeza negra y el resto del cuerpo blanco. Ambos genotipos poseen una capa completa de pelo grueso y pueden llegar a tener poco vellón sobre el dorso en la temporada de frío. Además, posee un cuerpo simétrico, masas musculares muy desarrolladas en los miembros, el tórax es muy amplio, el cuerpo corto de apariencia compacta, muy recto del lomo y con poca alzada. La cabeza es fuerte, con cuello amplio y carnoso, frente plana, sin cuernos aunque puede tener pequeños tocones en machos⁽¹⁵⁾.

Otros de sus atributos es su gran poder de adaptación, además de climas cálidos y extremos (para los que fue creada la raza), también se puede adaptar a temperaturas más bajas, tanto en condiciones de pastoreo como en estabulación y tienen un temperamento muy dócil⁽²⁴⁾.

Las hembras cuentan con un gran instinto materno, un periodo de anestro estacional muy reducido, paren con facilidad y tienen suficiente leche para dos corderos. Estas crías presentan un rápido crecimiento durante la lactancia, logrando elevados pesos al destete⁽²⁴⁾, después del cual presentan ganancias que van de 170 a 300 g/día, dependiendo de la alimentación y manejo⁽²³⁾. Los corderos pueden llegar a pesar entre 36 y 45 kg a los tres meses y medio. En el caso de los individuos reproductores, los machos adultos tienen un peso que oscila entre 113 y 136 kg, mientras que las hembras van de 90 a 102 Kg⁽¹⁵⁾.

Por este rápido crecimiento, alta ganancia de peso y excelente conformación en la canal, la raza Dorper ha sido utilizada ampliamente en muchos países para realizar cruzamientos terminales, mejorando las características cárnicas de los genotipos locales, además de haber sido introducida en climas muy diversos aprovechando su capacidad de adaptación.



Figura 2. Ejemplar de raza Dorper

4.2.3 Katahdin

El desarrollo de esta raza de ovejas de pelo, se remonta a finales de los años 50, en el estado de Maine, de los Estados Unidos, se creó con el objetivo inicial de lograr un animal de alta eficiencia productiva, resistente y de bajo costo económico en su manutención, para lo cual se cruzaron ovejas de pelo del Caribe con tipo cárnico con razas lanares principalmente Suffolk⁽²⁶⁾.

Son animales de talla grande, con una capa de pelo que les confiere resistencia al calor y en invierno desarrollan lana para protegerse del frío^(15,26). Presentan cualquier color y patrón en el pelaje, excepto manchas negras o patrón físico de otra raza. Tienen una estatura media y conformación corporal cárnica. El peso de los machos adultos oscila entre los 80 y 110 kg, mientras que las hembras presentan un rango de 60 a 80 kg, dando crías con pesos alrededor de 3.5 kg y un peso de mercado de entre 40 y 50 kg en los corderos para consumo⁽²⁴⁾.

Dentro de las características que han hecho tan difundida esta raza, están la buena fertilidad que presentan, son menos susceptibles al fotoperíodo, por lo que sus anejros son más cortos y menos intensos, el gran instinto materno, la buena producción láctea para alimentar a sus crías y su docilidad⁽²⁶⁾.

Por otra parte, se adapta a diversos climas y presenta una buena resistencia a parásitos internos⁽²⁴⁾. Todo lo anterior, le confiere características deseables para un programa de cruzamientos, con el fin de generar animales resistentes al medio ambiente, destinados para abastecer el mercado de carne.



Figura 3. Borrega de raza Katahdin

4.2.4 Suffolk

El origen de la raza Suffolk es el resultado del cruzamiento de sementales Southdown con hembras Norfolk Horned en Inglaterra, logrando un animal con características superiores a las de los progenitores. Hasta 1886 se empezó a desarrollar la estandarización de la raza⁽²⁰⁾.

Es una de las razas ovinas más grandes, sin cuernos, caracterizada por tener la cabeza y patas con pelo de color negro y el resto del cuerpo cubierto por una espesa capa de lana que al nacer es negra y conforme crece el cordero se permuta por un vellón que va de color blanco a café muy claro. No poseen cuernos, tienen un cuello largo y fuerte, el tronco del cuerpo posee una gran longitud al igual

que las piernas y patas, las cuales a pesar de ser musculosas, se distinguen esbeltas por el largo que poseen⁽²⁴⁾.

En el caso de los machos alcanzan pesos de 113 a 159 Kg y en las hembras de 81 a 113 kg, con rendimientos en canal que pueden ser de 50 a 62 %. Se considera una raza cárnica, empleando a los machos para realizar cruzamientos terminales con ovejas de menor conformación. Su madurez es tardía por lo se tienen que sacrificar hasta los 45 a 60 kg⁽¹⁵⁾, obteniendo carne de buena calidad con mínima cobertura grasa en la canal. Además de poseer una buena ganancia diaria de peso y ser más precoz en madurar que la raza Texel, aunque produce menos leche⁽¹⁹⁾.

Esta raza fue introducida a México desde principios del siglo XX con la finalidad de mejorar el ganado criollo en sus ganancias de peso y conformación⁽²⁵⁾ siendo una de las más utilizadas en el centro del país.



Figura 4. Ejemplar de la raza Suffolk (trasquilado)

4.2.5 Texel

Fue originada en Holanda a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, utilizando los cruzamientos de animales nativos de la zona conocidos como antiguo Texel, encastados con los

genotipos de Leicester y Lincoln, buscando el objetivo inicial de producir una mayor cantidad de leche con buena proporción de grasa^(24,15).

Por el éxito obtenido con estos animales en la producción de leche para elaboración de quesos, el genotipo se ha esparcido por toda Europa posicionándose como uno de las principales razas en Inglaterra. Además de ser introducida a gran parte del continente Americano⁽²⁰⁾.

Son animales de talla grande, con pesos que llegan en promedio a los 120 kg en machos y a 70 kg en hembras⁽²⁰⁾. Además, del objetivo inicial de hacer una raza lechera, los corderos Texel tienen una conformación cárnica con mínimos depósitos de grasa. Generando así, un porcentaje de rendimiento magro mayor a otras razas. Además, se trata de una raza poco precoz que necesita más tiempo para su desarrollo completo⁽²⁷⁾.

Presentan lana blanca, larga y gruesa que los cubre casi en su totalidad dejando libre la zona de la cara y patas. No poseen cuernos y su cabeza se distingue de otras razas por tener una cara corta y ojos muy negros, tienen un pecho profundo y en los miembros posteriores se aprecian masas musculares desarrolladas^(19,15).



Figura 5. Ejemplar de la raza Texel

Su temperamento es tranquilo y poco nervioso. Las hembras presentan alta prolificidad, gran producción de leche con buena cantidad de grasa para la sobrevivencia de sus crías e instinto materno desarrollado. Los corderos pueden llegar a tener ganancias hasta de 250 g por día y a los

60 días su peso alcanza los 25 kg. Son sacrificados a los cuatro meses con pesos de 44 kg aunque esto puede variar dependiendo del tipo de sistema productivo^(24,20).

Por su comportamiento productivo en diferentes países, se usa en México como una raza paterna para cruzamientos terminales, aunque no se tienen evaluaciones previas de su productividad en el país⁽²⁸⁾.

4.3 Heterosis y su uso en los cruzamientos

4.3.1 Heterosis

La heterosis o vigor híbrido, es una de las formas empleadas para realizar mejoras genéticas en algunas características deseables de las razas, en especial, en los animales productores de carne⁽²⁹⁾. Además de emplearse también para estandarizar los parámetros productivos de las generaciones siguientes. Basándose en el cruzamiento de dos genotipos diferentes con el fin de crear un efecto aditivo en los genes, dando como resultado la máxima expresión del carácter deseado, siendo superior al promedio de los padres para el mismo carácter^(5,15). Por lo que entre mayor sea la diferencia entre las razas empleadas, mayor es la probabilidad de que se presente un efecto benéfico en la progenie⁽³⁰⁾.

No todas las variables de interés para la producción pueden ser mejoradas por el vigor híbrido, como es el caso de caracteres de la lana. También pudiéndose presentar un efecto detrimental cuando las razas o líneas genéticas empleadas poseen alta consanguinidad o cuando se emplean cruzamientos secundarios entre los animales de la cruce primaria, conocidos comúnmente como F1. Este segundo intercambio genético ya no presenta el mismo nivel de expresión de heterosis, reduciéndose al 50% del efecto inicial^(31,32).

Dentro del estudio de la heterosis, se ha dividido en heterosis individual o sencilla, la heterosis materna y heterosis paterna. En la heterosis individual se presentan los efectos directos genéticos en la variable de interés al cruzar dos razas diferentes⁽²⁹⁾, como peso al nacimiento, ganancia de peso y conversión alimenticia sobre la cría. La heterosis materna y heterosis paterna involucran las combinaciones genéticas previas en ellos, dando a la descendencia una herencia ya fija por generaciones de ancestros⁽³²⁾. Algunos investigadores mencionan que tanto el vigor híbrido individual y el materno, dan un mayor beneficio sobre algunos parámetros productivos, como en el peso total de las crías al destete por hembra parida, la eficiencia alimenticia de los corderos o la ganancia de peso post-destete, porcentaje de sobrevivencia, deposición grasa y conformación, entre otros^(29,30).

Así bien, para conocer el grado o porcentaje de heterosis en la descendencia, se debe conocer la medida de la característica en las razas empleadas. Para después hacer la medición del parámetro en las crías y restarle a este el valor promedio de los padres. Solo si el resultado es positivo, se

habrá presentado el vigor híbrido. Aunque estos caracteres a mejorar logran ser afectados, más en la etapa de lactación, por los efectos de la conducta materna, que pueden reducir la expresión total de la heterosis en la cría^(30,31).

Dentro de los valores productivos que pueden mejorar al presentarse el efecto de heterosis en los cruzamientos raciales, se encuentra la cantidad y calidad de leche producida por las ovejas, el peso al nacimiento y la ganancia de peso diario de las crías F1. Además de beneficiar la calidad de la carne, dependiendo los genotipos empleados, logrando disminuir la cantidad de grasa en la canal y elevar el desarrollo de masas musculares^(15,31).

4.3.2 Uso de cruzamientos terminales

Mucho se han utilizado los métodos para mejorar las características productivas deseadas en los ovinos, ya sea para la producción de leche, lana o carne. Una de las opciones más explotadas ha sido los cruzamientos entre razas, con el objetivo de incrementar algún parámetro de valor, mejorar la calidad en la canal y carne o incrementar las posibilidades de sobrevivencia de las crías en diferentes climas y sistemas productivos.

Sin embargo, pocos son los esquemas de cruzamiento establecidos en el país, que permitan presentarse el vigor híbrido en los corderos. Realizando mezclas genéticas de dos o más razas, enfocados en el fenotipo del animal. Además de presentarse comúnmente el problema de la retención de las hembras F1 para su empleo como vientres, originando retrocruzas, absorciones raciales y menor o nulo vigor híbrido.^(31,33)

Diversos autores mencionan que para poder realizar un adecuado cruce racial, primero se deben establecer cuáles son los caracteres de importancia a mejorar en el hato, dependiendo del fin productivo de la empresa^(15, 29,31)

Los cruzamientos generan cambios permanentes en el genotipo, pudiendo ser para mejorar la prole o perjudiciales. Es así, que los propósitos que se buscan al realizar esquemas de cruzamiento son la absorción racial actual por una nueva considerada más redituable, la complementación de caracteres favorables con otros caracteres deseados en los corderos y la potencialización de la combinación de genes para que se dé la heterosis, en un corto lapso. Aunque, estos resultados dependerán del nivel de adición que posean los genes a combinar y su heredabilidad a las crías F1, el grado de heterosis que posean y el efecto materno^(31,32,34,35). Por lo que se debe conocer los valores de los progenitores que se emplearán para la reproducción y tener en cuenta el tipo de característica que se desea mejorar, para estudiar si es o no posible que se manifieste en las crías.

4.4 Comportamiento productivo

Una de las formas más comunes y utilizadas para poder evaluar el desempeño y la rentabilidad de la producción es mediante la medición y registros de parámetros en los animales, como el peso al nacimiento, número de crías por hembra parida, peso al destete, eficiencia alimenticia, conversión alimenticia y ganancia diaria de peso, entre los más importantes. Esto es con el fin de hacer más eficientes los sistemas para la producción de carne, leche o lana en el caso de los ovinos. Por lo que es necesario destacar la importancia de entender los conceptos de crecimiento y desarrollo, pues estos dos fenómenos pueden afectar el comportamiento productivo de los animales.

4.4.1 Crecimiento

En su definición, el crecimiento es un proceso metabólico normal donde se da el aumento de tamaño, producido por el incremento de compuestos tisulares que forman los diferentes órganos en el animal^(36,37). De los compuestos orgánicos destacan los ácidos grasos, las proteínas y el agua⁽¹⁾. Aunque para que se considere un crecimiento verdadero, la acumulación debe ser en tejidos estructurales como músculo, hueso, grasa y órganos parenquimatosos o hematopoyéticos.⁽³⁷⁾

El incremento en la talla puede estar acompañado de procesos como hipertrofia, hiperplasia y crecimiento por acumulación. En el caso de la hipertrofia, es cuando las células ya existentes en los tejidos, aumentan su tamaño, sin involucrar la reproducción celular. Mientras que la hiperplasia se da cuando existe la multiplicación o aparición de nuevas células en los órganos o tejidos que conforman al cuerpo. A diferencia de estos dos procesos anteriores, el crecimiento por acumulación se origina cuando se da una adición del material orgánico en las estructuras no celulares, como espacios intersticiales^(37,38).

Para su estudio, el crecimiento se ha dividido en dos fases principales: el crecimiento prenatal y el crecimiento postnatal, que a su vez se subdivide en periodos⁽³⁹⁾. Durante estos diferentes estadios, el animal varía la velocidad con la que gana tamaño, pudiendo ser determinado con la diferencia de cocientes entre la síntesis y degradación de los tejidos corporales, para obtener el crecimiento neto o absoluto. No obstante, esta metodología no es tan práctica en las explotaciones, por lo que se prefiere graficar el incremento en peso vivo y la edad de los animales para obtener una curva de crecimiento⁽³⁸⁾, que ha sido utilizada para poder describir los modelos de crecimiento de animales o tejidos basándose en el crecimiento relativo. El cual se define como el cambio de tamaño y forma que presentan los componentes del cuerpo a diferentes tiempos, expresándose como la ganancia diaria de peso del órgano que se esté graficando⁽³⁶⁾.

En el caso del crecimiento prenatal de los corderos, está dividido en tres periodos. El primero inicia en el momento de la concepción hasta que el blastocito es fijado en el endometrio uterino.

Posteriormente se da el periodo de embrión, donde se forman los principales órganos y finalmente el periodo fetal desde el día 34 hasta el nacimiento y en el cual se presenta el mayor crecimiento del animal. En estos estadios, los principales factores que pueden afectar el crecimiento, son el grado de nutrición de la madre, el aporte de nutrientes a través del flujo sanguíneo, la oxigenación y el número de crías⁽³⁹⁾

Una vez nacido el cordero, la tasa de crecimiento está determinada por el consumo de energía en relación al peso vivo. Presentando un incremento constante de los tejidos y órganos, hasta aproximadamente un 50 a 60% del peso adulto para después declinar paulatinamente hasta estancarse^(36,39). Este comportamiento se ve reflejado al graficar el crecimiento que se observa como una curva de forma sigmoidea, en donde la primera parte de ésta, va del nacimiento a la etapa prepuberal indicada por una ganancia acelerada, seguida de la pubertad y periodo post-puberal donde se empieza a estancar y luego se inhibe este rápido crecimiento, hasta llegar a la fase adulta en la cual se alcanza la talla y peso maduro, creando un estancamiento en la gráfica, debido a una síntesis y degradación constante de los compuestos. Con todo, el animal aun puede aumentar su volumen, principalmente por la acumulación de grasa^(37,38,39,40).

En el caso de los tejidos y órganos, presentan diferentes ritmos de crecimiento, clasificándose como de madurez temprana o tardía, dependiendo el tiempo que necesiten para llegar a su punto máximo de incremento. En los ovinos, la mayoría de sus órganos son de madurez temprana, destacándose el encéfalo; mientras que el tejido adiposo se caracteriza por ser de madurez tardía, depositándose hasta el final la grasa intramuscular⁽³⁹⁾. Al graficar el crecimiento de los principales tejidos de los borregos, que son músculo, hueso y grasa, se puede observar cómo el tejido óseo tiene un incremento lineal constante a lo largo de su vida hasta llegar a su madurez pero el tejido muscular empieza a declinar su ritmo de crecimiento mientras que la grasa aumenta la velocidad de acumulación y continúa después de la etapa madura⁽⁴¹⁾.

4.4.2 Desarrollo

A diferencia del crecimiento, el desarrollo involucra el aumento de la capacidad o complejidad en las funciones fisiológicas, acompañadas de la deposición de compuestos orgánicos que genera el agrandamiento de volumen. Además, dentro del desarrollo, se puede dar la diferenciación celular y orgánica para caracterizar procesos diferentes en cada tipo de célula^(37,39).

El desarrollo inicia desde la concepción de las crías, pasando por las etapas de embriogénesis y morfogénesis en la cual se da una organización y división celular para cada tejido; formando los órganos del cuerpo con una composición específica a la función que deberá realizar, estas fases ocurren antes del nacimiento^(37,42).

Posterior al parto, pocos son los órganos que aun presentan multiplicación celular, aunque se sigue dando el incremento de funcionalidad de la célula. Una vez diferenciada la función de tejidos,

inicia la etapa de maduración, en la cual las células llegan a su estado máximo de complejidad funcional y estructural^(37,38).

No todos los órganos y tejidos del individuo maduran al mismo tiempo. Esto dependerá de las características y complejidad celular que se requiera para realizar su actividad. Por tal motivo, en el mismo tejido pero de diferente órgano se presentan ondas de crecimiento y desarrollo a desfase que dependen de la actividad a realizar⁽³⁷⁾.

Las ondas de crecimiento se clasifican en principal y secundarias, haciendo crecer los tejidos del animal a diferentes ritmos. La primera se considera a la que nace en la cabeza y progresa a lo largo del tronco. Las ondas secundarias surgen en la parte inferior de las extremidades y suben dirigiéndose hacia el tronco en su porción ventral. Todas las ondas se dirigen hacia la unión del tronco con la última costilla, siendo esta la región que más tarda en desarrollarse y situando a la parte central de lomo justo en este punto⁽⁴³⁾.

Finalmente llega la etapa de la senectud en la que se sufre un descenso constante de la capacidad útil de la célula. Acompañando a esta baja en la actividad, está la degeneración de compuestos orgánicos y de procesos de reparación constante o reemplazo de material dañado por tejido conectivo y grasa^(37,42). Uno de los tejidos que tienden a disminuir en este periodo, es la masa muscular, la cual baja el número de células y su talla, siendo sustituido por grasa y tejido conectivo⁽³⁶⁾.

Sin embargo, existen factores que pueden afectar el crecimiento y desarrollo de los rumiantes. Dentro de los más importantes se menciona a la genética de los progenitores, el estado fisiológico y nutricional de la madre, la edad y número de partos previos de la hembra; el sexo de la cría y la nutrición proporcionada a ésta, tanto por la progenitora, como por el productor y el estrés que puede aletargar los procesos metabólicos^(1,39).

Además de otros agentes que se han relacionado con la genética y nutrición, conocidos como factores inhibidores del crecimiento, destacando entre ellos los factores hormonales intrínsecos y extrínsecos⁽³⁸⁾.

De las hormonas que produce el organismo y que presentan un papel importante en la regulación del crecimiento y desarrollo, destacan la hormona del crecimiento, la prolactina y la insulina, que pueden afectar la división celular y juegan un papel preponderante en la síntesis y repartición de nutrientes para tejidos como músculo estriado, tejido adiposo y tejido óseo^(44,45). En el caso de la hormona del crecimiento, posee altas concentraciones en neonatos y animales jóvenes, declinando sus niveles conforme se acerca a la madurez. Además de ser el principal regulador del crecimiento de los diferentes órganos y tejidos. Al mismo tiempo interacciona con el factor de crecimiento dependiente de insulina para la multiplicación y crecimiento celular^(36,46).

De todos los factores antes mencionados, los que más se manipulan para mejorar el comportamiento productivo de los ovinos son la genética del hato (efecto de la raza) por medio de

introducción de razas puras, el uso cruzamientos terminales, la selección de animales con base en sus parámetros productivos y los tratamientos hormonales.

También se puede dar un programa de alimentación a los corderos, pues ésta influye en la disponibilidad de nutrientes esenciales, los cuales afectan la velocidad con que el animal se desarrolla e incrementa su masa corporal, pudiendo generar 'ondas de crecimiento' retardando o apresurando la madurez del individuo, siendo medida en los principales componentes que son músculo, grasa y hueso⁽³⁸⁾.

4.5 La canal ovina

La canal es el cuerpo del animal ya sacrificado al cual se le retira la piel, cabeza, patas, cola, y vísceras a excepción de los riñones y en el caso de los machos también se puede dejar los testículos. Para las hembras se debe retirar la glándula mamaria de la canal y en los machos no debe llevar pene⁽⁴⁷⁾.

De acuerdo con Ruiz de Huidobro⁽⁴⁸⁾, la calidad de la canal es de suma importancia para poder fijar su valor económico real y dependiendo del mercado al que se destinen las canales, serán los atributos que se estudien para determinar su calidad a través de mediciones subjetivas y objetivas. De forma general, los sistemas de clasificación de canales ovinas, toman en cuenta principalmente el peso de la canal y la conformación. La composición tisular y regional y las medidas morfométricas de las diferentes regiones, como la longitud de la canal, el ancho de su grupa, el ancho del tórax y la longitud de la pierna; también contribuyen a establecer la calidad de la canal^(48,49).

4.5.1 Conformación y clasificación de la canal

La conformación de la canal se basa en el espesor de los planos musculares y adiposos con relación al tamaño del esqueleto, observando la forma que dan estos tejidos a la canal, ya sea redondeada (convexa), plana o hundida (cóncava)⁽⁴⁸⁾, además de la compacidad que posea la canal con relación al peso, expresada como un índice de compacidad (peso de la canal fría entre la longitud de esta).

En los ovinos, se considera una canal de buena conformación cuando el tronco es corto, ancho, el cuello carnoso, las extremidades cortas y musculosas, dando compacidad entre las diferentes piezas.

Varios países poseen normas o criterios establecidos para evaluar la conformación de las canales ovinas (desde una apreciación subjetiva o visual) con fines comerciales. En México, se posee una norma mexicana, de carácter voluntario, para la clasificación de las canales de borregos⁽⁴⁷⁾. Menciona las siguientes categorías para la conformación de la canal.

- Excelente: Canales con músculos gruesos y amplios en comparación con la longitud de la misma; amplio llenado de las piernas y los cuartos delanteros. Refiriéndose a animales con un notorio desarrollo de masas musculares que le confieran un aspecto convexo, sin la apreciación de apófisis óseas en vertebras desde cervicales hasta lumbares.
- Buena: Canales con músculos moderados en comparación con la longitud de la misma; piernas y cuartos delanteros moderadamente delgados. Refiriéndose a animales con un desarrollo suficiente de masas musculares sin que se aprecien salientes óseas como vertebras y costillas. Visualmente se pueden apreciar las canales rectas y planas sobre su superficie.
- Deficiente: Canales con músculos delgados en comparación con la longitud de la misma; piernas y cuartos delanteros delgados y cóncavos. Acorde a canales de escaso desarrollo muscular, cuello delgado, salientes óseas puede ser notorias.

La clasificación de las canales se refiere a la agrupación de estas en clases o categorías, formando grupos homogéneos en sus características que permita distinguir claramente cualidades diferentes entre cada agrupación y conferirles una importancia ordenada de mayor a menor grado. Aunque, la categorías siempre estará basada en las necesidades o requerimientos del mercado por lo que existen diferentes modelos de clasificación, aunque todos toman en cuenta la conformación, edad, peso y grado de engrasamiento, como criterios básicos para la evaluación de la calidad^(1,50).

Los sistemas de clasificación de canal más conocidos se encuentran los de Nueva Zelanda, Estados Unidos de América y de la Unión Europea el cual ha sido adoptado por todos los países pertenecientes a esta y aquellos que tienen vínculos comerciales.

La norma mexicana para la clasificación de la canal ovina posee algunos lineamientos para determinar la calidad de las canales de ovinos. Considerando la edad del animal, el peso de la canal, el grosor de la cobertura grasa dorsal y la conformación para catalogar a la canal en cuatro diferentes categorías.

En dicha norma se divide a los ovinos en dos grandes grupos: cordero y borrego. El primero a su vez se divide en lechal (animales con menos de 12 kg en peso vivo y 6 kg en canal, con grasa perirrenal abundante y no mayores a 45 semanas de vida), cordero liviano (con un máximo de 38 kg en peso vivo y 18 kg en canal, grasa de cobertura de 1 a 10 mm y dientes temporales) y cordero pesado (con un mínimo de 38 kg en peso vivo y más de 18 kg en canal, grasa de cobertura de 3 a 15 mm y dientes temporales). Mientras que para los borregos se agrupan en: primal (con grasa de cobertura de 5 a 15 mm y de 1 a 4 dientes incisivos permanentes) y borrego adulto (con 5 a 15 mm de grasa de cobertura y más de 4 incisivos permanentes). Con estas categorías aunadas a la conformación y una subdivisión de acuerdo al espesor de la grasa subcutánea, se establece la

clasificación final de las canales⁽⁴⁷⁾. La cual se compone de cuatro denominaciones que corresponden a:

- MÉXICO EXTRA (MEX EXT)
- MÉXICO 1 (MEX 1)
- MÉXICO 2 (MEX 2)
- FUERA DE CLASIFICACIÓN (F/C)

4.5.2 *Peso y rendimiento de la canal*

Otros dos puntos de gran importancia a considerar son el peso y el rendimiento de la canal. Estos poseen una mayor importancia que la conformación y pueden ser evaluados objetivamente.

El peso posee una relación directa con los tejidos básicos de la canal (músculo, grasa y hueso)⁽¹⁾, con el rendimiento de la canal y el rendimiento magro. Además, influye sobre la calidad de la misma y de la carne, pudiendo modificar algunas características como el rendimiento magro, la suavidad de la carne, el marmoleo y el color.⁽⁵⁰⁾

El peso de la canal se puede tomar en y en caliente. Pues el almacenamiento en refrigeración genera pérdidas de humedad por oreo generando una variación de la medida inicial que varía dependiendo de varios factores.

- El peso de la canal caliente (PCC) es aquel que se mide después del sacrificio, al término del faenado y limpieza de la canal.
- El peso de la canal fría (PCF) se podrá registrar hasta después de su refrigeración a 4 °C por 24 horas para la correcta conservación de la canal.

El rendimiento de la canal (RC), es un parámetro que mide la relación entre el peso de sacrificio del animal y el peso de la canal, ya sea caliente o fría ($RC = \text{peso de la canal} / \text{peso vivo} \times 100$). Se puede expresar como rendimiento verdadero al considerar el peso vivo vacío (peso del animal sin el contenido gastrointestinal) en lugar del peso vivo ($RV = \text{peso de la canal} / \text{peso vivo vacío} \times 100$).

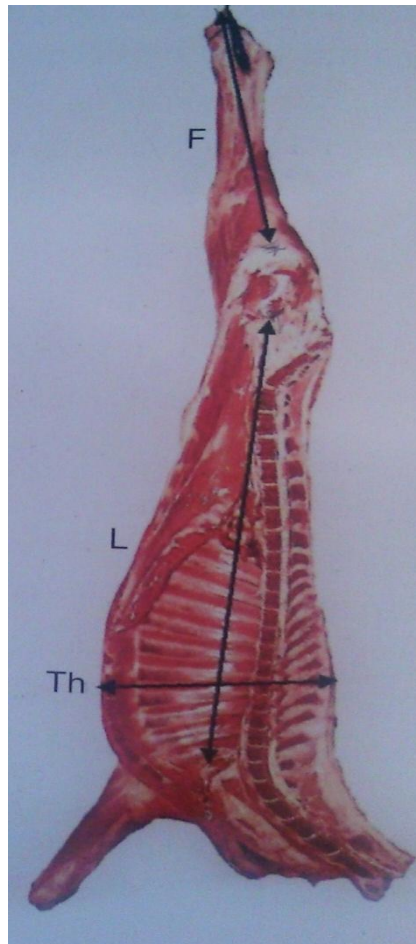
El rendimiento de la canal puede aumentar con la edad y peso del animal; no obstante, un alto rendimiento de la canal no es equivalente a un alto rendimiento magro⁽¹⁾. En estudios realizados en España se ha observado que animales en desarrollo, en los que aun no ha crecido en demasía su tracto gastrointestinal, poseen un mejor rendimiento en canal que animales adultos con alto peso visceral⁽⁵⁰⁾. Esto se explica debido a que en el peso vivo de sacrificio se toma en cuenta también el peso del tracto gastrointestinal, de las vísceras y de su contenido.

Estos órganos poseen tamaños diferentes dependiendo del desarrollo y crecimiento alcanzado por el animal y la dieta suministrada. En animales con dietas basadas en concentrado, el peso de los órganos viscerales será menor que en animales con alimentación basada en forrajes, donde se desarrollan más los compartimientos gástricos e intestinos para procesar un mayor volumen de alimento y tener mayor superficie de absorción^(38,40).

4.5.3 Mediciones morfológicas en la canal

Dentro de las mediciones objetivas de la canal, se encuentran las medidas morfológicas, las cuales pueden utilizarse para valorar la canal completa o cada uno de sus componentes anatómicos. Estas medidas han sido descritas por varios autores anteriormente, pero se recopilaron y describieron detalladamente por Ruiz de Huidobro *et al.*⁽⁴⁸⁾

- Longitud interna de la canal (medida L):
Es la distancia máxima entre el borde anterior de la sínfisis isquiopúbica y el borde anterior de la primera costilla, en su punto medio.
- Longitud de la pierna (medida F):
Es la distancia entre el punto más caudal del periné y el punto más distal del borde media de la superficie articular tarso-metatarsiana.
- Perímetro de la grupa (medida B):
Se realiza a nivel del trocánter del fémur, alrededor de la cadera.
- Ancho de la grupa (medida G):
Es la anchura máxima entre los trocánteres de ambos fémures y se debe tener cuidado con la posición de los corvejones cuidando de que estén rectos.
- Profundidad de tórax (medida Th):
Es la distancia máxima entre el esternón y el dorso de la canal, a nivel de la sexta vértebra torácica.
- Superficie del músculo *Longissimus thoracis et lumborum* (área del ojo de la chuleta):
Esta medida se emplea para calificar la calidad de la canal, siendo la más importante. Se realiza un corte a nivel de la 13ª vertebra torácica. Posteriormente, se dibuja el perfil o perímetro muscular sobre papel vegetal o acetato, con un rotulador de punta fina. Una vez obtenida la imagen, se determina el área de la superficie por planimetría o análisis de imagen computarizada.
- Índice de compacidad de la pierna:
Es el resultado de dividir el ancho de grupa entre la longitud de la pierna (G/F).
- Índice de compacidad de la canal:
Es el cociente entre el peso de la canal fría y la longitud de la canal (PCF/L). Pudiendo utilizar también el peso de la canal caliente.



Figuras 6 y 7. Mediciones morfológicas de la canal

4.5.4 Composición tisular de la canal

Una vez obtenida la canal y pesada, ésta puede ser fraccionada en piezas para después estudiar su composición tisular, la cual ayuda a determinar su calidad y permite conocer el porcentaje de cada uno de los tejidos que la componen para comparar diferencias entre genotipos, dietas o sistemas de producción.

Sin duda, el método más empleado para determinar la composición tisular es la disección, donde se separan el músculo, hueso, grasa subcutánea, grasa intermuscular y desechos que incluyen las fascias, tendones, vasos sanguíneos, nervios y linfonodos; de acuerdo con lo descrito por Colomer-Rocher *et al.*⁽⁵¹⁾ Aunque, ésta metodología presenta el inconveniente de que se necesita invertir mucho tiempo cuando se realiza en toda la canal. Además del elevado costo que se tiene debido a que la carne ya no puede ser comercializada. Debido a esto, se han realizado varias

investigaciones con el fin de encontrar las piezas que cuya composición sea lo más representativa de toda la canal.

En varios estudios realizados sobre la composición en ovinos, se determinó que la espaldilla es una pieza que puede ser empleada para predecir la composición tisular de toda la canal, debido al índice de correlación que poseen^(52,53). La cantidad y proporción de masa muscular, grasa y hueso puede variar por factores como el genotipo, sexo, alimentación y edad^(27, 54).

A continuación se describe brevemente a los tejidos principales de la canal.

I. Tejido muscular

En el caso del tejido muscular se clasifica en tres tipos: músculo estriado cardiaco, músculo estriado esquelético (MEE) y músculo liso. En el caso de la carne está constituida principalmente por el músculo estriado esquelético aunque también posee tejido adiposo, conectivo y nervioso⁽⁵⁵⁾. El desarrollo del MEE se da principalmente durante la etapa prenatal y el número de fibras musculares que posea cada músculo dependerá exclusivamente de la herencia genética del animal. Una vez que nace el cordero, la formación de nuevas fibras será casi nula y el crecimiento de las mismas dependerá del proceso de hipertrofia⁽³⁷⁾

Respecto a su composición, está formado principalmente por agua, seguido de proteínas, lípidos, con un muy pequeño porcentaje de minerales y carbohidratos que se emplean como fuente de energía inmediata. El porcentaje de cada componente puede variar dependiendo del tipo de músculo, edad del animal y el ejercicio que deba realizar. Sin embargo, se considera que el 70 a 75% de este tejido corresponde a agua, 20% de proteínas, y de 5 a 10% de lípidos, carbohidratos y minerales^(1,37).

La masa muscular representa de un 45 a 50% del peso de la canal de los borregos⁽¹⁾, además, esta relación dependerá del crecimiento del tejido óseo y del estado de engrasamiento. Al llegar a la madurez, el animal detiene el desarrollo y crecimiento de los huesos, los músculos sufren una desaceleración y solo el tejido graso posee la capacidad de incrementar rápidamente su acumulación^(37,40).

II. Tejido adiposo

Se compone de una sofisticada red de células adiposas, sostenidas por tejido conectivo. Su formación se da durante la embriogénesis y desarrollo fetal, donde se generan tramas de tejido conectivo con racimos de preadipocitos que no poseen poder para replicarse en la etapa postnatal pero si para madurar y crecer. Es por esta razón que se debe tener cuidado en la dieta de los animales destinados para producir carne. Si se proporciona exceso de energía en la dieta a un animal que aun no ha terminado su etapa de desarrollo postnatal, éste tenderá a activar el

desarrollo y maduración de un gran número de preadipocitos, convirtiéndolos en células adiposas; por lo que tendrá mayor capacidad para acumular grasa, en lugar de acrecentar los músculos^(37, 56). A pesar de no ser un tejido estimado económicamente, su función sobre el animal vivo es de suma importancia, pues funge como un regulador térmico, tejido de protección y sostén para órganos blandos, como depósito de reservas energéticas en forma de triglicéridos y se puede afirmar que su función principal es la de actuar como una fábrica productora de hormonas, factores promotores para la angiogénesis y para el crecimiento^(37, 56, 57,58)

Con objeto de facilitar su estudio, el tejido adiposo corporal se puede dividir en: grasa subcutánea o de cobertura, grasa cavitaria, grasa intermuscular y grasa intramuscular. En el caso de los ovinos, la grasa de cobertura puede variar en su grosor y región en la que se acumula más. Algunas razas de borregos, crean grandes concentraciones de tejido adiposo en la zona dorso-caudal y cola; clasificándose como genotipos con grupa adiposa y cola adiposa⁽¹⁾.

III. Tejido óseo.

El tejido óseo es un tipo especializado de tejido conectivo de sostén que es el componente principal de los huesos. Presenta una consistencia dura y mineralizada, teniendo también una gran flexibilidad y capacidad de carga que evita se fracture. Está compuesto por células y una matriz ósea con gran acumulo de minerales como calcio, magnesio y fosforo^(37,59).

Al nacer, el animal ya cuenta con una estructura ósea completa; cada hueso presenta placas de crecimiento con cartílago que le dan la habilidad de poder ir aumentando de tamaño a los huesos. El crecimiento de este tejido también depende de la genética del animal, además de la nutrición, pues requiere gran aporte de minerales^(37,59).

En la canal ovina representa alrededor del 20% del peso⁽¹⁾; aunque la proporción puede variar dependiendo de la cantidad de grasa almacenada por el borrego.

4.6 Calidad de la carne

En su concepto más general, la calidad de la carne se puede definir como las características fisicoquímicas y atributos sensoriales que le confieren propiedades deseadas por los consumidores. De los parámetros más importantes que se usan para evaluar la calidad de la carne se pueden mencionar el color, la suavidad, el sabor y el olor, que a su vez se relacionan estrechamente con el pH, la composición química y la capacidad de retención de agua⁽⁶⁰⁾.

Existen diversos factores que pueden afectar la calidad de la carne, entre ellos se pueden mencionar al genotipo del animal, edad, sexo, alimentación, tipo de alimentación, uso de promotores de crecimiento, estrés previo y durante el sacrificio (manejo, transporte y técnicas de sacrificio) y los procedimientos para la conservación de la canal recién obtenida^(50,60).

En el caso del genotipo juega un papel complejo sobre la calidad, observándose variaciones en diversos parámetros como cantidad de grasa, capacidad de retención de agua (CRA), color, suavidad y sabor^(50,61). Se menciona que la carne de las razas más precoces y las cárnicas, es menos dura que las razas de crecimiento lento. Además, en algunos estudios, las razas con alto porcentaje de grasa han mostrado tener mayor aceptación por la sensación de jugosidad⁽⁵⁰⁾.

En el caso del sexo, se sabe que los machos enteros acumulan menos grasa que las hembras, quedando intermedio entre estos dos el grupo de machos castrados, que aunque incrementan rápidamente su peso, generan canales muy engrasadas. De igual forma, este factor puede afectar la CRA y el color, no así el pH^(50,62).

Los promotores de crecimiento pueden producir efectos adversos sobre la calidad de la carne, incrementando la dureza, obscureciendo la carne y reduciendo la cantidad de grasa, entre los más importantes⁽⁶³⁾.

Uno de los factores más importantes que afectan la calidad de la carne es el estrés previo y durante el sacrificio. Aguilar *et al.*⁽⁶⁰⁾ realizaron un estudio para ver el efecto de este factor en ovinos y obtuvieron resultados donde el transporte de los animales por más de 6 h, con un reposo menor a 8 h previo a su sacrificio; afecta la suavidad de la carne y el color, eleva el pH y altera la capacidad de retención de agua.

4.6.1 pH

El pH es una variable que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculado por el número de iones de hidrógeno presentes en una disolución. Es medido en una escala de 0 a 14, en la cual el 7 corresponde a una sustancia neutra, el 0 a ácido y el 14 a una sustancia básica. Un punto de pH significa una concentración diez veces mayor o menor a su grado sucesivo⁽⁶⁴⁾.

Una vez sacrificado el animal, el primer proceso que se lleva a cabo durante el establecimiento del *rigor mortis* es la acidificación muscular. Este proceso es debido al consumo de las reservas de glucógeno, por medio de metabolismo anaerobio, liberando ácido láctico que se acumula en la masa muscular y hace descender el pH a su punto mínimo en un lapso de 12 a 24 h en ovinos⁽⁶⁴⁾.

En la canal, se pueden dar alteraciones del pH durante estas primeras 24 h, generando problemas de carne pálida, suave y exudativa (PSE, por sus siglas en inglés) con un valor de pH inferior a 6 durante los primeros 45 minutos⁽⁶⁵⁾. También se da el problema de carne oscura, firme y seca (DFD, por sus siglas en inglés) con pH igual o superior a 6 después de 12 a 48 h *post mortem*. Siendo este último defecto el que pueden presentar los borregos, dando carne con alta capacidad de retención de agua que provoca el aspecto seco de la superficie, además de una descomposición acelerada por bacterias^(64,65).

El pH puede ser afectado, por factores como enfermedades en el animal, exceso de fatiga, estrés previo y durante el transporte, manejo y matanza

Se ha visto en investigaciones previas que el pH no es afectado por el genotipo, peso de sacrificio y sexo; siendo un valor muy estable que va de 5.45 a 5.70 medido a las 24 h post-sacrificio, lo que indica un buen manejo pre-sacrificio y la inexistencia de carnes con problemas como DFD^(50,61,64). Aunque se sabe que el pH puede variar con la edad del animal⁽⁶¹⁾.

4.6.2 Color

De acuerdo con la comisión internacional del color (CIE, por sus siglas en francés), el color está definido como un atributo visual que se compone de una combinación de contenidos cromáticos y acromáticos. En el caso de la carne, es una de las variables de mayor importancia, pues tiene influencia sobre la decisión del consumidor para comprar. Básicamente, el color de la carne puede variar por tres cuestiones: El contenido de pigmentos, las condiciones pre y post-sacrificio a las que se someten los músculos y el tiempo de almacenamiento⁽⁶⁶⁾.

El color está dado principalmente por la cantidad de mioglobina y por el grado de oxidación de ésta. Cada músculo difiere en su contenido de mioglobina de acuerdo con la edad del animal, el tipo de músculo, la actividad muscular y la disponibilidad del oxígeno⁽⁶⁰⁾. La mioglobina es la principal responsable de la tinción roja de la carne. Esta proteína al reducirse da deoximioglobina, proporcionando a la carne una coloración rojo oscuro. En presencia de oxígeno se conjugará y formará oxihemoglobina con un color rojo cereza o rojo brillante. Posteriormente, puede formar metamioglobina que dará una coloración parda⁽⁶⁰⁾. En 1917, se estableció el sistema de medición por espacios de color conocido como CIELAB, en el cual se expresa la Luminosidad L^* (claro u oscuro) y a^* y b^* que indican la orientación del color.⁽⁶⁷⁾

Estos atributos son medidos mediante la determinación de las coordenadas L^* , a^* y b^* . En donde L^* corresponde al valor de la claridad ya definido, en el cual 0 es negro y 100 es blanco. La coordenada a^* será la coloración percibida de rojo (valor positivo) a verde (valor negativo). Finalmente la coordenada b^* mide el color captado de amarillo (valor positivo) a azul (valor negativo). Con las mediciones a^* y b^* se realiza el cálculo del tono y croma.^(66,67)

I. Tono (H):

Es la medición de la percepción visual de saturación o matiz de un color. En la carne, el estado en que se encuentre la mioglobina determinará el tono del color.

II. Croma (C^*):

Permite valorar el color de un área que aparece más o menos coloreada, dando la sensación visual de colores vivos o apagados. Se relaciona con la cantidad de mioglobina en la carne y determina la saturación de color. En el caso de la grasa, estará influenciado por la cantidad de pigmentos procedentes del alimento.

De los factores que pueden afectar el color de la carne, se menciona la edad del animal y el peso de sacrificio en menor proporción, los cuales tienden a incrementar el color rojo, el tono y disminuir la claridad debido al aumento de mioglobina que incrementa con la edad y la cantidad de grasa⁽⁵²⁾. En cambio, no se aprecian cambios en el color por influencia del sexo, aunque en hembras la carne se torna un poco más oscura^(61,62). La alimentación es otro de los factores que pueden variar el color de la carne⁽⁵⁰⁾, debido a la deposición de pigmentos del alimento en el tejido muscular y grasa principalmente.

4.6.3 Capacidad de retención de agua (CRA)

Se define como la capacidad que tiene la carne para retener agua, tanto propia como añadida, al someterse a corte, presión, calor o desfragmentación celular^(60,68).

El agua se encuentra en el organismo fijada en tres formas diferentes: agua libre que puede ser expelida, agua ligada a proteínas y agua intracelular fuertemente unida (no móvil). Su importancia radica en estar directamente relacionada con la suavidad, la jugosidad y el color y puede ser afectada por el pH, los cambios *post mortem* y la presencia de sales. Estas variables pueden modificar la estructura cuaternaria o la distribución de la carga neta de las proteínas, afectando el grado de unión. En el caso del pH, se considera responsable de un tercio de la pérdida total de líquido, mientras que el efecto estérico es responsable del resto de la salida del agua⁽⁶⁰⁾.

Otros factores que pueden alterar las concentraciones de agua en la carne de ovino son: la edad, el peso al sacrificio, el sexo y la cantidad de grasa. En el caso de la edad, el peso y la grasa, al aumentar estos, aumenta el agua liberada⁽⁵⁰⁾; mientras que respecto al sexo, la CRA es mayor en machos que en hembras. De igual forma, este parámetro aumenta al incrementarse el Ph.⁽⁶¹⁾

De los valores de CRA que se han observado en ovinos, expresados en porcentaje de jugo expelido (por compresión) podemos mencionar que tienen una gran variación, de 18% hasta 28%; sin embargo, estos resultados han sido obtenidos con animales de diferente edad y peso de sacrificio.^(61,68)

4.6.4 Composición química de la carne de cordero

La composición química de la carne tiene un papel preponderante sobre su calidad, ya que en conjunto, determina el valor nutricional e intervienen en la calidad tecnológica y sensorial del producto. El perfil básico que se determina sobre la composición química es para conocer el porcentaje de humedad, proteína cruda, grasa intramuscular y cenizas.

Muchos son los factores que pueden afectar la composición de la carne, entre ellos está principalmente la dieta y siendo más específicos en ésta, el tipo de ácidos grasos. Se ha visto que corderos alimentados con diferentes niveles de inclusión y tipo de grasas puede variar la

proporción de fosfolípidos presentes en la grasa de los animales, la consistencia, el sabor y el olor⁽⁶⁹⁾.

Otras causas de variación en química de la carne, son el estado fisiológico, el tipo de músculo y la raza (aunque algunos autores indican que el genotipo no modifica la composición)^(70,71). En general, la carne de borrego presenta los siguientes valores promedio: 72 a 76% de humedad, 21 a 23% de proteína, de 1 a 6% de grasa y aproximadamente 1% de cenizas⁽⁷¹⁾.

4.7 Atributos sensoriales de la carne

Entre los atributos sensoriales más importantes destacan el color y la suavidad o terneza (que ya han sido revisados previamente); siguiendo con el sabor, la jugosidad y el olor⁽⁵⁰⁾.

4.7.1 Sabor

El sabor es el resultado de una mezcla compleja de sensaciones percibidas por los sentidos del gusto y el olfato. En sentido estricto el sabor se refiere exclusivamente a la percepción que se lleva a cabo en la boca por las papilas gustativas de la lengua. Este atributo está compuesto, en parte, por cadenas ramificadas de ácidos grasos que pueden ser de tipo volátil, liberados durante la cocción de la carne, y por los no volátiles fijados al músculo^(60,72,73).

En el caso de los ovinos y las cabras, poseen una mayor concentración de ácidos grasos ramificados⁽⁷³⁾. Así mismo, su carne tiene compuestos volátiles de los que destacan el ácido 4-methilnonanoico, 4-etiloctanoico y compuestos fenólicos que contribuyen al sabor y dan las notas características del sabor a cordero. Estos elementos dependen de la genética del animal y están influenciados por la dieta⁽⁷⁴⁾; sin embargo, su concentración o perfil cambia en los diferentes músculos⁽⁷²⁾.

También se menciona que la intensidad de sabor a borrego no presenta diferencias significativas atribuibles al peso, genotipo y sexo, en crías de poca edad^(50,61). Además, se ha visto que la carne de razas lanares posee mayor intensidad de sabor a cordero, en animales adultos siendo de mayor importancia el tipo de dieta sobre el sabor y olor⁽⁷⁵⁾. En este sentido, Duckett *et al.*⁽⁷³⁾ hizo referencia a que el sabor en la carne ovina, incrementó en animales alimentados con forrajes, siendo más intenso en sistemas extensivos, ya que se generó una mayor proporción de compuestos volátiles. Acorde a esto, Sañudo⁽⁵⁰⁾, indicó que el sabor y olor a cordero es potencializado por una nutrición extensiva y también en cierto grado por el incremento de edad, aumentando significativamente el 4-metilnonanoico a partir de los 12 meses. Por otro lado, se describe que un aumento en la concentración de ácidos grasos insaturados en la dieta puede afectar negativamente el sabor de la carne⁽⁷²⁾.

4.7.2 Jugosidad

Está determinada por la capacidad de retención de agua de la carne y es la sensación percibida por el comensal como una mayor cantidad de agua en la carne cocinada. Esta variable puede ser influenciado por la cantidad de grasa que proporciona una sensación de untuosidad y lubricación del paladar al estimular la producción de saliva⁽⁷⁰⁾.

Los factores que afectan a esta cualidad de la carne, está el peso al sacrificio, el genotipo, el contenido de grasa y la capacidad de retención de agua⁽⁷⁰⁾. En cuanto al peso al sacrificio Sañudo⁽⁵⁰⁾ comenta con respecto a la jugosidad que al principio de la masticación, o en el primer bocado, la sensación de jugo en carne de animales jóvenes se percibe con mayor humedad, pero al final tendrá una impresión de carne seca. Al contrario de los animales con mayor peso, edad y grasa donde la jugosidad puede sentirse constante durante la degustación.

Nute *et al.*⁽⁶⁹⁾ indica que en su estudio, el peso al sacrificio fue el efecto más importante sobre la jugosidad y que con diferentes tipos de lípidos, no se afectan la suavidad ni la jugosidad, pero si el sabor.

Con lo anterior, se puede concluir que los principales factores que alteran la sensación de jugosidad en la carne son la capacidad de retención de agua y la grasa contenida.

4.7.3 Suavidad (Terneza)

La suavidad o terneza, al igual que el color es una variable importante de la calidad de la carne, pues es muy valorada por el consumidor. La terneza se define como la facilidad de la carne para ser cortada (con mayor o menor fuerza aplicada) y se encuentra directamente relacionada con la resistencia mecánica de las fibras musculares y de colágeno. Desde el punto de vista sensorial, es un conjunto de atributos percibidos durante la masticación donde el grado de terneza o dureza es lo más importante, pues explica el 67% de la variación de dicha característica^(76,77).

Respecto al efecto de la estructura muscular, tanto las proteínas del tejido conjuntivo y las proteínas miofibrilares determinan la terneza, junto con los procesos enzimáticos. Siendo que a mayor cantidad de tejido conjuntivo (en particular del perimio), menor será la suavidad. En el caso de las proteínas miofibrilares, se indica que su grado de contracción posee gran influencia sobre la suavidad^(60,77,78).

Dentro de los factores que dan suavidad o dureza a la carne, se encuentran los relacionados con las condiciones de implantación del rigor mortis, marcando que entre más rápido se enfría una carne caliente, mayor será el grado de contracción y por lo tanto la dureza. Un óptimo proceso de la carne, es enfriarla a 15 °C durante la instauración del rigor para posteriormente someterla a refrigeración^(65,78).

La proteólisis también juega un papel importante, que hasta la fecha sigue siendo estudiado, se indica que afecta las proteínas estructurales del músculo, incluyendo las del tejido conectivo, pero

esta desnaturalización depende del pH, tiempo y temperatura⁽⁷⁸⁾. Además de las reacciones enzimáticas generadas sobre el sistema de calpainas y catepsinas, las cuales presentan gran actividad proteolítica sobre las miofibrillas. En el caso de las catepsinas presentan su mayor actividad a un pH de 4 a 6, posterior al rigor mortis; mientras que las calpainas son dependientes de calcio y presentan menor actividad proteolítica postmortem. Aunque se postula la teoría que el ablandamiento cárnico, se debe también a la apoptosis celular, mediada por complejos multienzimáticos, intra y extracelulares⁽⁷⁷⁾.

Otro factor que afecta el grado de dureza, es la CRA, debido a la habilidad de las proteínas de fijar el agua unida a ella. Al afectarse el punto isoeléctrico de estas, se genera un desbalance que genera una pérdida o retención de líquido⁽⁶⁵⁾.

En el caso del peso y sexo del animal, Ruiz *et al.*⁽⁶¹⁾, no observó diferencias en la fuerza de corte ejercida sobre el músculo, aunque Teixeira⁽⁶²⁾ al evaluar dos tipos diferentes de ovinos, vio que la fuerza de corte incrementó con el peso de sacrificio de los animales. En el caso del genotipo, Bianchi *et al.*⁽⁷⁹⁾ realizó una evaluación del tiempo de maduración para carne de corderos pesados, concluyendo que la raza no afectó la suavidad, en cambio el tiempo de maduración influyó ampliamente sobre este atributo.

Dentro de los métodos para determinar la suavidad, están los subjetivos realizados a través de la sensación percibida por un comensal⁽⁷⁸⁾, aunque estos pueden ser afectados por la cantidad de grasa presente, ya que a mayor proporción de ésta se ha visto que se aprecia una menor dureza⁽⁵⁰⁾. Mientras que los métodos objetivos se realizan mediante la medición instrumental. Siendo uno de los más empleados la cuchilla de Warner-Bratzler, la cual mide la fuerza de corte necesaria para cortar completamente una muestra de carne^(76,78).

5. Material y métodos

5.1 Lugar de estudio

La investigación se realizó en las instalaciones del laboratorio de calidad de carne del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología Animal (CENIDFA), localizado en el municipio de Colón estado de Querétaro. El clima predominante en la región es de tipo semiárido templado BSk⁽⁸⁰⁾, con una temperatura media anual de 17.4 °C. En los últimos días de mayo y primeros de junio sube la temperatura a 33 °C, en cambio el mes de diciembre presenta temperaturas de 1.8 °C. A finales de éste mes y todo enero el termómetro baja a cero grados. El período de precipitaciones pluviales se presenta en verano con un promedio de 574 milímetros anuales⁽⁸¹⁾.

5.3 Mediciones *ante mortem*

Se seleccionaron 200 borregas de la raza Katahdin, de edad similar y múltiparas, las cuales fueron distribuidas de forma aleatoria en cuatro grupos de 50 animales cada uno. Todas las borregas se sincronizaron y posteriormente se inseminaron intrauterinamente con semen fresco, por el método laparoscópico durante el mes de mayo del 2008. Las razas paternas empleadas fueron: Charollais, Dorper, Suffolk y Texel, eligiendo un mínimo de 5 sementales de cada una de las razas.

Las ovejas inseminadas fueron alojadas por tratamiento en el "Rancho Floher" en corrales con piso de tierra, provistos con sombra, bebederos colectivos y comederos de canaleta lineal de aproximadamente 45 cm de alto. En estos espacios, se mantuvieron a los vientres durante toda la gestación, parto y periodo de lactancia.

Los corderos de los cuatro cruzamientos permanecieron con sus progenitoras hasta el momento del destete. Durante este periodo fueron alimentados con leche materna, complementando con un alimento comercial formulado nutricionalmente para la etapa de adaptación hasta el momento del destete.

El destete fue realizado a los 64 ± 2 días de edad y posteriormente fueron separados los machos de cada cruce y alojados en corrales adecuados para la etapa de crecimiento y finalización, los animales recibieron el mismo tipo de manejo y alimentación.

Se suministró una dieta integral (*ad libitum*) formulada con un 14% de proteína total y 2.9 Mcal EM/kg MS. Para lo cual se formularon dos diferentes mezclas con la misma calidad nutricional; la primera fórmula estuvo compuesta por sorgo entero, sorgo molido, harina de soya, melaza, rastrojo de maíz, alfalfa achicalada, canola, y premezcla mineral comercial con urea. En cuanto a la segunda fórmula; se substituyó el rastrojo de maíz por pata de sorgo por la disponibilidad del ingrediente en la región (Anexo 1).

El consumo de alimento de destete a finalización fue estimado por grupo, con el alimento pesado servido menos el residuo, entre los animales existentes en el corral.

Debido a que el mayor número de nacimientos fue doble, se utilizaron los datos de corderos machos de parto múltiple, registrando los siguientes datos:

- Peso al nacer
- Peso al destete (64 días)
- Peso a los 120 días
- Peso al sacrificio (137 días)

Se determinó la ganancia diaria de peso:

- Del nacimiento al destete: $(\text{Peso ajustado a 64 d} - \text{peso al nacimiento}) / 64 \text{ días}$
- Del destete al sacrificio: $(\text{Peso ajustado a 137 d} - \text{peso ajustado a 64 d}) / \text{días transcurridos (73 días)}$
- Ganancia diaria de peso en general (del nacimiento al sacrificio): $\text{Peso ajustado al sacrificio} - \text{peso de nacimiento} / 137 \text{ días}$.

5.2 Mediciones *post mortem*

La edad de sacrificio fue a los 137 ± 3 d, se eligieron aleatoriamente 10 corderos de parto doble de cada tratamiento. Posterior a su pesaje, se transportaron al rastro tipo inspección federal No. 412, ubicado en la comunidad de San José el Alto, Qro. Al llegar al establecimiento, se alojaron en corrales de reposo para ser faenados al día siguiente.

De acuerdo con los procedimientos del rastro, los animales fueron insensibilizados con pistola de embolo cautivo y muertos por desangrado. Posteriormente, se desollaron, evisceraron y se retiró cabeza, cola y patas de la canal.

Se determinó el peso vivo vacío (PVV) pesando el tracto gastrointestinal lleno y vacío, restando el peso del contenido gástrico al peso de finalización de los corderos. Posteriormente, se pesaron las canales calientes y se refrigeraron durante 24 horas a $4 \text{ }^{\circ}\text{C}$. y se registró el peso de la canal fría (PCF) y la clasificación de las canales con base en la Norma Mexicana NMX-FF-106-SCFI-2006⁽⁴⁷⁾. Para tal propósito se midió el espesor de la grasa dorsal a la altura de la 13^a vertebra torácica, que aunados a la conformación, al peso de la canal y la edad de los animal al sacrificio; se estableció la clasificación de acuerdo con los valores referidos en la norma (Anexo 2).

En la evaluación morfométrica se registró: Perímetro de la grupa, ancho de la grupa, longitud interna de la canal, longitud de la pierna y profundidad interna del tórax. Para la medición del área del lomo se hizo un corte transversal sobre éste a la altura de la 13^a vertebra torácica, se dibujó sobre papel acetato el contorno del músculo *Longissimus dorsi* (AMLD) con ayuda de un rotulador de punta fina y después se midió el área con un planímetro digital Planix 6® Sokkia.

Con los datos obtenidos sobre longitud interna de la canal y longitud de la pierna, se calculó el índice de compacidad de la canal (ICC) y el índice de compacidad de la pierna (ICP); de acuerdo con el procedimiento y puntos anatómicos de referencia descritos por Ruiz de Huidobro, *et al.*⁽⁴⁸⁾.

Por último, se extrajo la espaldilla izquierda de cada canal y se preservó a una temperatura de -18 °C hasta su utilización. Para realizar el análisis de composición tisular las espaldillas se colocaron en refrigeración a 4 °C durante 24 h, una vez transcurrido este tiempo se pesaron y se procedió a diseccionar los tejidos, de acuerdo con el método propuesto por Colomer – Rocher *et al.*⁽³⁵⁾, con el fin de separar el músculo, la grasa total (grasa subcutánea más grasa intermuscular), el hueso y los desechos (fascias, tendones, linfonodos, vasos sanguíneos y nervios). Al término de la disección, se pesó cada uno de los componentes para determinar su porcentaje.

5.3 Calidad instrumental de la carne

Se midió el pH de las canales a las 24 h después de la muerte, sobre el MLD a la altura de la 13ª vertebra torácica con un potenciómetro (Orión 720A). Después, se determinó el color de la grasa perirrenal y el color de la carne sobre el lomo a la altura de la última costilla, cortando y dejando oxigenar la superficie muscular antes de realizar la medición. Para tal propósito, se utilizó un colorímetro Minolta CR-400 portátil con iluminante D65 y ángulo de visión de 10°, con el patrón de color propuesto por la Comisión internacional de color (CIE). Se registraron las variables de claridad (L^*), índice de rojo - verde (a^*), índice de amarillo - azul (b^*), tono (h_{ab}) y croma (C^*), de cada canal.

Además, se tomó una porción del MLD de la media canal izquierda, en la parte que comprende de la vértebra lumbar L1 a la vertebra L5. El trozo fue seccionado en cinco porciones, envasado al vacío y preservado a una temperatura de -18 °C hasta su utilización.

Se evaluó la capacidad de retención de agua (CRA) mediante el método de compresión descrito por Hamm y modificado por Sierra.⁽⁶⁸⁾ Para esto se tomó una muestra de carne del lomo de 0.30 ± 0.05 g que se colocó sobre papel filtro (Whatman No. 4) previamente pesado, se ubicó bajo una placa de vidrio y se sometió a una presión constante de 2.25 kg por 5 minutos. Una vez transcurrido el tiempo, se separó la carne del papel húmedo y éste fue nuevamente pesado para determinar el incremento de peso, expresando la diferencia como porcentaje de jugo expelido de la carne.

La medición de la fuerza de corte en la carne se realizó con el método de Warner-Bratzler, sobre el músculo *Longissimus lumborum* a la altura de la 13 vertebra torácica, siguiendo la metodología descrita por Honikel⁽⁸²⁾. La primera sesión de la prueba sensorial, fueron realizadas en las instalaciones del Laboratorio de Ciencia de la Carne de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, que está ubicado en la comunidad de Topilejo de la delegación Tlalpan en la Ciudad de México.

Para éste procedimiento se cocino la muestra en una parrilla eléctrica hasta alcanzar 70 °C. Se obtuvieron trozos de aproximadamente 1x1x3 cm, cortándolos de acuerdo con la orientación de las fibras musculares y se evaluaron de forma que la cuchilla incidiera perpendicularmente al sentido de las fibras musculares, registrando la fuerza total necesaria para el corte de la muestra.

Finalmente, se efectuó el análisis químico de la carne de acuerdo con la metodología de la AOAC⁽⁸³⁾ para determinar el porcentaje de humedad, proteína cruda, grasa y cenizas. Para esto se molió la carne en un procesador de alimentos y se recolectó todo el jugo liberado homogeneizándolo con la muestra antes de cada determinación.

Para analizar la humedad del lomo, se colocaron 2 g de carne (por muestra) en un horno convencional mantenido a 100 °C por 18 h, al sacar las muestras del horno, fueron mantenidas en una campana de desecación (para evitar la absorción de humedad) y pesadas. El cálculo se obtuvo restando el peso de la materia seca a la muestra húmeda y expresando el resultado en porcentaje.

La determinación de proteína fue realizada mediante el método de Kjeldahl. En el cual se utilizaron 2 g de carne cruda envuelta en papel filtro libre de nitrógeno, se le agregaron 15 ml de ácido sulfúrico y 2 tabletas para catálisis (Kjeltabs), se sometió a combustión en un digestor con temperatura inicial de 200 °C que después alcanzó los 410 °C. Posteriormente, se dejó enfriar la muestra digerida en su tubo y se adicionaron 14 ml de agua destilada, para después ser introducida en el equipo destilador automático (Kjeltec 2300), el cual fue abastecido con soluciones de hidróxido de sodio, ácido clorhídrico al 0.2 N, ácido bórico al 4% y agua destilada. El resultado es expresado en porcentaje de proteína cruda.

Para la extracción y cuantificación de grasa cruda, se emplearon 3 g de carne. La muestra se sometió a una desecación a 100 °C por 2 h en horno. Posteriormente, se introdujo al equipo para análisis de grasa (Soxtec 2055-Foss), al cual se le agregaron 80 ml de éter de petróleo en un vaso metálico previamente secado en horno y pesado. Una vez separada la grasa de la muestra, esta quedó depositada en el vaso, el cual fue nuevamente pesado y restado su peso inicial en seco para poder determinar la cantidad real de grasa obtenida, expresando el resultado como porcentaje de grasa.

Para determinar el porcentaje de ceniza, se colocaron 2 g de carne cruda en un crisol que se calentó a 100 °C durante 18 h. Posteriormente, se introdujo en una mufla calentada a 650 °C, dejando calcinar la muestra por 5 h hasta obtener una ceniza blanca o grisácea. Se dejó enfriar el residuo y fue colocado en un desecador hasta el momento de su pesaje. El resultado se obtuvo restando el peso constante del crisol al peso del crisol con las cenizas, luego se transformo el peso de la ceniza en porcentaje.

5.4 Atributos sensoriales de la carne

Se realizó un análisis de los atributos sensoriales de la carne mediante una prueba de consumidores para evaluar las variables de: sabor, suavidad, jugosidad y aceptación general. El procedimiento empleado fue siguiendo la metodología propuesta por Guerrero⁽⁸⁴⁾ para la preparación de la muestra y por Campo⁽⁸⁵⁾ para la evaluación organoléptica.

La evaluación de consumidores se realizó, en dos sesiones. La primera sesión fue realizada con consumidores de la localidad de Topilejo, ubicada en Distrito Federal y a segundo grupo de comensales corresponde a habitantes de la localidad de Ajuchitlán ubicada en Querétaro, dando un total de 75 individuos. Ambas muestras poblacionales estaban habituadas a consumir carne de borrego y se considero incluir diferente sexo, edad y nivel de estudios, para tener representatividad de la población del lugar (Anexo 3).

El músculo utilizado para la evaluación fue el *Longissimus lumborum* de los diferentes cruzamientos, el cual se descongeló y limpió retirando las fascias y grasa en la periferia. Cada trozo de carne fue envuelto en papel aluminio, identificado y cocinado en una parrilla eléctrica de doble placa, hasta alcanzar 70 °C en su interior. Después se cortaron los cuatro extremos y se dividieron en cubos de tamaño homogéneo, en seguida fueron envueltos en papel aluminio y codificados numéricamente. Para mantenerlos calientes, se colocaron en un baño María a temperatura de 60 °C hasta el momento de ser evaluados.

A cada participante se le proporciono una muestra cárnica de cada tipo de cruzamiento, además de agua y galletas bajas en sal. Así mismo, se le entregó un cuestionario con las 4 variables a evaluar en las que se consideró una escala hedónica de 7 puntos para cada una, siendo 1 no me gusta mucho y 7 me gusta mucho (Anexo 4).

5.5 Diseño estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados como un diseño totalmente al azar, empleando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS 9.1⁽¹¹⁸⁾ y para la comparación entre las medias se usó la prueba de Tukey⁽¹¹⁸⁾.

El modelo fue el siguiente:

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

Donde:

Y_{ij} = es la variable de respuesta

μ = es la media poblacional

T_j = es el efecto del genotipo

e_{ij} = es el error aleatorio

6. Resultados

6.1 Mediciones ante mortem

1. Peso y ganancia diaria de peso

El Cuadro 1 muestra el peso de los corderos con diferencias estadísticas ($P \leq 0.01$) entre tratamientos. El cruzamiento de Charollais/Katahdin tuvo un peso al nacimiento superior en un 27.7% a los otros tres genotipos, que fueron iguales entre sí. Sin embargo, al llegar al destete, tanto los corderos Charollais/Katahdin como Dorper/Katahdin alcanzaron un peso similar (20.9 ± 4.8 y 18.0 ± 4.9 kg respectivamente), a pesar de que las crías de Dorper/Katahdin registraron el menor peso al nacer (3.3 ± 0.9 kg).

En el peso de los animales a los 137 días, los corderos Charollais/Katahdin presentaron un promedio mayor al de los demás cruzamientos, llegando a 46.6 ± 8.5 kg al sacrificio que representó un 40.4% más de peso final en comparación al grupo Texel/Katahdin (33.2 ± 7.7 kg). Este diferencial de 13.4 kg entre los dos genotipos a la misma edad, representa una reducción sustancial en el tiempo en que los animales llegan al mercado por la mayor productividad de los corderos encastados con Charollais.

En general, desde su nacimiento hasta el peso final, los animales Charollais/Katahdin presentaron los pesos más elevados de los cuatro cruzamientos, seguido por el grupo de corderos Dorper/Katahdin que aumentaron de peso rápidamente durante la etapa de lactación, pero su crecimiento posterior fue muy semejante al de los animales cruzados de Suffolk y Texel.

Cuadro 1. Peso vivo de los corderos en cruzamientos terminales con razas cárnicas (Media \pm DE)

Peso corderos (Kg)	Cruzamiento de Katahdin x			
	Charollais	Dorper	Suffolk	Texel
<i>n</i>	14	25	26	13
Nacimiento	4.6 ± 0.8^a	3.3 ± 0.9^b	3.9 ± 0.6^b	3.6 ± 0.8^b
Destete (64 d)	20.9 ± 4.8^a	18.0 ± 4.9^{ab}	16.3 ± 3.8^b	14.7 ± 4.3^b
120 días	40.0 ± 7.7^a	34.3 ± 6.3^{ab}	31.5 ± 7.3^{bc}	27.9 ± 7.1^c
137 días	46.6 ± 8.5^a	39.8 ± 7.4^b	36.1 ± 7.5^b	33.2 ± 7.7^b

^{a, b, c}Letras diferentes en el mismo renglón indican diferencia significativa ($P \leq 0.01$)

Los corderos Charollais/Katahdin, tuvieron mayor GDP desde el nacimiento hasta el sacrificio, logrando 26g, 59g y 81g más que los animales cruzados con Dorper, Suffolk o Texel, en la etapa del nacimiento al destete (Cuadro 2) y un 18.5%; 30.3% y 39% más peso del destete al sacrificio respectivamente.

El consumo de alimento no mostró diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los cuatro grupos raciales, promediando 1.26 ± 0.59 kg diarios por cabeza durante todo el lapso productivo.

La ganancia de peso en los grupos de borregos Suffolk/Katahdin y Texel/Katahdin, fue igual durante el periodo de lactación y después del destete. Los animales Texel/Katahdin mostraron GDP inferiores a los otros tres grupos (217 ± 5 g/día), lo cual significó 90 g/día menor en la ganancia de los corderos Charollais/Katahdin. Mientras que el consumo de alimento no mostró diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los cuatro grupos raciales, variando alrededor del 1.2 kg/día por animal a lo largo de todo el periodo de engorda.

Cuadro 2. Ganancia diaria de peso (GDP) y consumo de alimento de los corderos en cruzamientos terminales (Media \pm DE)

Ganancia diaria promedio (g/día)	Charollais	Cruzamiento de Katahdin x		
		Dorper	Suffolk	Texel
<i>N</i>	14	25	26	13
Nacimiento-destete	254 ± 7^a	228 ± 7^{ab}	195 ± 6^b	173 ± 7^b
Destete-sacrificio	353 ± 6^a	298 ± 5^b	271 ± 7^b	254 ± 6^b
Nacimiento-sacrificio	307 ± 6^a	265 ± 5^{ab}	235 ± 5^b	217 ± 5^c
Consumo de alimento (kg/d)	1.29 ± 0.93	1.27 ± 0.47	1.25 ± 0.51	1.26 ± 0.45

^{a,b,c} Letras diferentes en el mismo renglón indican diferencia significativa ($P \leq 0.01$)

6.2 Mediciones post mortem

I. Peso de la canal

En el Cuadro 3 muestra la influencia de la raza paterna sobre el peso de las canales en caliente y frío donde hubo diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre los genotipos.

Tanto en canal caliente como fría, los corderos Charollais/Katahdin presentaron mayor peso (23.1 ± 3.2 y 21.8 ± 3.0 kg, respectivamente), seguidos por el genotipo Dorper/Katahdin y Suffolk/Katahdin, con pesos de canal similares entre sí. Mientras que la cruce con Texel tuvo las canales más ligeras.

II. Rendimiento en canal

El Cuadro 3 muestra el rendimiento comercial de las canales obtenidas del cruzamiento Charollais/Katahdin y Suffolk/Katahdin fue superior al resto de los otros tratamientos, llegando a un $51.9 \pm 1.4\%$. Mientras que el rendimiento comercial más bajo fue generado por el genotipo Texel/Katahdin con 9.7% menos que ChK. El rendimiento verdadero en canal caliente (RVC), los corderos de Charollais/Katahdin, Dorper/Katahdin y Suffolk/Katahdin fueron similares entre sí ($P \leq 0.01$), con porcentaje de 55.9 en promedio, quedando solo por debajo de ellos el grupo Texel/Katahdin que alcanzó 53.5% de RVC.

El rendimiento verdadero sobre canal fría (RVF) muestra valores mayores en animales Suffolk/Katahdin (54.6±1.3%) siendo estadísticamente iguales entre si a Charollais/Katahdin y Dorper/Katahdin, mientras que los corderos Texel/Katahdin obtuvieron el menor valor (52.22±1.6%) comparado al resto de los tratamientos.

Cuadro 3. Peso y rendimiento de la canal en corderos de cruzamientos terminales (Media ± DE)

Variables	Cruzamiento de Katahdin x			
	Charollais (n=9)	Dorper (n=10)	Suffolk (n=10)	Texel (n=10)
<i>Peso de canal (kg)</i>				
Caliente	23.1 ± 3.2 ^a	21.4 ± 1.8 ^{ab}	21.6 ± 2.6 ^{ab}	18.7 ± 2.3 ^b
Fría	21.8 ± 3.0 ^a	20.8 ± 1.7 ^{ab}	20.9 ± 2.5 ^{ab}	18.3 ± 2.3 ^b
<i>Rendimiento en canal (%)</i>				
Comercial	51.9 ± 1.4 ^a	50.8 ± 1.8 ^{bc}	51.6 ± 1.4 ^{ab}	49.4 ± 1.7 ^c
Verdadero canal caliente	56.2 ± 0.8 ^a	55.3 ± 1.3 ^a	56.5 ± 1.5 ^a	53.5 ± 1.8 ^b
Verdadero canal fría	53.0±1.0 ^{ab}	53.7±1.5 ^{ab}	54.6 ± 1.3 ^a	52.2 ± 1.6 ^b

^{a,b,c}Letras diferentes en el mismo renglón indican diferencia significativa (P≤0.01).

III. Evaluación de la canal

En el Cuadro 4 muestra los resultados obtenidos en la clasificación de la canal, con diferencia entre los grupos raciales (P≤0.01).

Los cruzamientos de Katahdin con Charollais, Dorper y Suffolk fueron clasificados en la categoría más alta MEX EXT, quedando la cruce de Katahdin por Texel en la segunda categoría, México 1.

El grupo racial Charollais/Katahdin presentó un 75.3% más grasa de cobertura que la cruce Dorper/Katahdin y una cantidad de 46.5% mayor que los cruzamientos con Suffolk y Texel; encontrándose dentro de la clasificación con menos grasa para los corderos pesados en la norma mexicana para clasificación de canales ovinas.

Cuadro 4. Clasificación de la canal en corderos de cruzamiento terminales (Media ± DE)

Variables	Cruzamiento de Katahdin x			
	Charollais (n=9)	Dorper (n=10)	Suffolk (n=10)	Texel (n=10)
Clasificación*	MEX EXT	MEX EXT	MEX EXT	MEX 1
Grasa de cobertura (mm)	6.3±1.2 ^a	3.6±1.3 ^b	4.3±1.5 ^b	4.3±1.3 ^b

^{a,b}Letras diferentes en el mismo renglón indican diferencia significativa (P≤0.01).

*La clasificación fue establecida con base en la Norma NMX-FF-106-SCFI-2006

IV. Morfometría de la canal

Respecto a las mediciones morfométricas realizadas sobre la canal (Cuadro 5), se hallaron diferencias en todas las variables analizadas ($P \leq 0.01$), a excepción del índice de compacidad de la canal.

Las canales de Suffolk/Katahdin y Dorper/Katahdin mostraron los valores más altos en el perímetro de la grupa, la longitud de la pierna y la longitud de la canal (67.7 ± 3.5 ; 40.1 ± 1.7 y 64.1 ± 1.7 cm, respectivamente) en comparación a las otras cruza. Mientras que los corderos Charollais/Katahdin presentaron el mayor ancho de la grupa (25.6 ± 1.6 cm) comparados con el resto de los genotipos, los cuales fueron iguales entre sí.

El cruzamiento Dorper/Katahdin tuvo la mayor profundidad de tórax (27.5 ± 0.9 cm) de todos los genotipos; además, de poseer un gran perímetro de grupa (66.8 ± 1.3 cm), el cual solo fue menor que las canales de corderos con raza paterna Suffolk.

El grupo de corderos Charollais/Katahdin tuvo la mayor área del *Longissimus dorsi* (17.0 ± 2.6 cm²), siendo superior en un 6.9, 9.8 y 22.3% que los cruzamientos con Dorper, Suffolk y Texel, respectivamente ($P < 0.05$).

Cuadro 5. Medidas morfométricas de la canal de corderos de cruzamientos terminales (Media \pm DE)

Medición	Cruzamiento de Katahdin x			
	Charollais (n=9)	Dorper (n=10)	Suffolk (n=10)	Texel (n=10)
Perímetro de la grupa (cm)	63.6 ± 2.0^c	66.8 ± 1.3^{ab}	67.7 ± 3.5^a	64.6 ± 2.6^{bc}
Ancho de la grupa (cm)	25.6 ± 1.6^a	22.5 ± 1.2^b	22.0 ± 2.5^b	21.9 ± 1.3^b
Longitud pierna (cm)	37.8 ± 1.4^b	37.6 ± 0.8^b	40.1 ± 1.7^a	37.0 ± 1.5^b
Longitud canal (cm)	63.3 ± 3.3^{ab}	61.6 ± 1.8^b	64.1 ± 1.7^a	57.2 ± 2.4^c
Profundidad tórax (cm)	25.8 ± 1.3^{bc}	27.5 ± 0.9^a	26.9 ± 0.6^{ab}	25.7 ± 1.0^c
Área m. <i>L. dorsi</i> (cm ²)	17.0 ± 2.6^a	15.9 ± 1.6^{ab}	15.5 ± 0.9^{ab}	13.9 ± 2.7^b
<i>Índice de compacidad:</i>				
Canal	0.34 ± 0.0	0.34 ± 0.0	0.32 ± 0.0	0.32 ± 0.0
Pierna	0.68 ± 0.0^a	0.60 ± 0.0^b	0.55 ± 0.1^c	0.59 ± 0.0^b

^{a,b,c} Letras diferentes en el mismo renglón indican diferencia significativa ($P \leq 0.01$).

El índice de compacidad de la canal (IC) no presentó diferencias significativas ($P > 0.05$), pero sí el índice de compacidad de la pierna, donde los animales Charollais/Katahdin presentaron un mejor

índice de compacidad, mientras que el encaste de Katahdin con Dorper y Texel fueron iguales entre sí, siendo superiores al cruzamiento con Suffolk.

V. Composición tisular

El Cuadro 6 muestra la composición tisular de la espaldilla, el tejido más abundante fue el músculo, seguido del hueso y de la grasa. Se presentaron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) en la cantidad de tejido magro y grasa total entre genotipos. La proporción músculo grasa de Charollais/Katahdin fue 3.37:1, mientras que para Texel/Katahdin es de 4.52:1, estadísticamente igual al encaste con Suffolk y Dorper. El hueso no presentó diferencia entre tratamientos, siendo el tejido más estable.

Cuadro 6. Composición tisular de la espaldilla izquierda de corderos de cruzamientos terminales (Media \pm DE)

Tipo de Tejido (%)	Cruzamiento de Katahdin x			
	Charollais (n=9)	Dorper (n=10)	Suffolk (n=10)	Texel (n=10)
Músculo	61.1 \pm 2.6 ^b	64.6 \pm 2.9 ^a	63.3 \pm 1.7 ^a	66.3 \pm 0.7 ^a
Grasa Total*	18.1 \pm 3.3 ^a	14.3 \pm 4.0 ^b	14.4 \pm 2.1 ^b	12.8 \pm 2.3 ^b
Hueso + desechos	20.9 \pm 1.8	21.1 \pm 1.6	22.3 \pm 1.1	20.9 \pm 1.3

^{a,b}Letras diferentes en el mismo renglón indican diferencia significativa ($P \leq 0.01$).

*Grasa total = Grasa intermuscular + grasa subcutánea

6.3 Calidad instrumental de la carne

I. Composición química

El Cuadro 7 muestra la composición química de la carne, todos los tratamientos tuvieron una mínima variación ($P > 0.05$) entre uno y otro. la raza paterna no afectó ($P > 0.05$) ninguno de los componentes, siendo los valores promedio de 73.3, 22.7, 2.5 y 1.0% para humedad, proteína, grasa y ceniza respectivamente.

Cuadro 7. Composición química del músculo *L. dorsi* de corderos de cruzamientos terminales (Media \pm DE)

Componente (%)	Cruzamiento de Katahdin x			
	Charollais (n=9)	Dorper (n=10)	Suffolk (n=10)	Texel (n=10)
Humedad	73.6 \pm 0.7	72.92 \pm 0.6	73.50 \pm 0.5	73.17 \pm 0.5
Proteína	22.7 \pm 0.3	22.74 \pm 0.5	22.39 \pm 0.5	22.95 \pm 0.6
Grasa	2.2 \pm 0.5	2.70 \pm 0.6	2.51 \pm 0.6	2.54 \pm 1.0
Cenizas	1.0 \pm 0.1	1.0 \pm 0.1	1.0 \pm 0.0	1.0 \pm 0.1

II. Color

En el Cuadro 8, se muestran los valores de color del músculo *L. dorsi*. Donde se observan las diferencias entre tratamientos. El valor de L* (luminosidad) de la carne del grupo Suffolk/Katahdin fue el más bajo (30.1 \pm 1.5), por lo que su carne se aprecia más oscura. El valor a* (índice de rojo-azul) muestra que el rojo fue menos intenso (8.2 \pm 1.3) en el tratamiento Suffolk/Katahdin, quedando los tres genotipos restantes con valores superiores pero semejantes entre sí.

Los valores b* (índice de amarillo) mostraron que el músculo de los corderos Charollais/Katahdin tenía una coloración más amarilla (9.1 \pm 1.0) que los demás genotipos, seguido por los grupos de Dorper/Katahdin y Texel/Katahdin con valores b* de 7.4 \pm 1.3 y 7.4 \pm 0.9, respectivamente, a diferencia del cruzamiento con la raza Suffolk, que obtuvo el menor valor b* (6.2 \pm 0.5).

Cuadro 8. Color del músculo *L. dorsi* de corderos de cruzamientos terminales (Media \pm DE)

Parámetro	Cruzamiento de Katahdin x			
	Charollais (n=9)	Dorper (n=10)	Suffolk (n=10)	Texel (n=10)
Claridad (L*)	39.3 \pm 1.4 ^a	36.8 \pm 5.7 ^a	30.1 \pm 1.5 ^b	36.0 \pm 1.8 ^a
Índice de rojo (a*)	14.4 \pm 1.7 ^a	13.6 \pm 2.0 ^a	8.2 \pm 1.3 ^b	13.4 \pm 1.4 ^a
Índice de amarillo (b*)	9.1 \pm 1.0 ^a	7.4 \pm 1.3 ^b	6.2 \pm 0.5 ^c	7.4 \pm 0.9 ^b
Tono (h)	32.5 \pm 2.6 ^b	29.7 \pm 3.0 ^b	37.4 \pm 4.2 ^a	29.0 \pm 1.8 ^b
Croma (C)	17.1 \pm 1.8 ^a	15.5 \pm 2.2 ^a	10.3 \pm 1.2 ^b	15.3 \pm 1.6 ^a

^{a,b,c} Letras diferentes en el mismo renglón indican diferencia significativa (P \leq 0.01).

En cuanto al tono y el croma, la carne de los borregos Suffolk/Katahdin presentó valores diferentes (P \leq 0.01) al del resto de los tratamientos. El tono en el músculo de este grupo fue superior al resto de los tratamientos con un valor de 37.4 \pm 4.2, mientras que el croma (10.3 \pm 1.2) figuró como la

menor. Para los grupos de Katahdin por Charollais, Dorper y Texel, que son parecidos entre sí, el promedio para la tonalidad fue de 30.4 ± 1.9 y para el Croma fue de 16.0 ± 1.0 , mostrándose ligeramente aumentado en el grupo encastado con Charollais.

Con respecto al estudio realizado sobre el color de la grasa perirrenal, no se detectaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en la claridad y tono, teniendo un valor promedio de 76.6 ± 1.3 y 82.8 ± 4.1 respectivamente, para los cuatro cruzamientos.

Los índices de rojo y de amarillo en el grupo Charollais/Katahdin (3.8 ± 2.3 y 13.4 ± 1.6) fueron más elevados a los otros tres grupos raciales. A diferencia de Texel/Katahdin y Dorper/Katahdin donde la grasa perirrenal tuvo una coloración rojiza y amarillenta mínima situándose en 1.6 ± 1.1 y 1.7 ± 1.13 , respectivamente para índice de rojo y de 9.8 ± 1.8 y 9.4 ± 1.4 respectivamente para índice de amarillo.

En el caso del cromata, los valores fueron similares en los animales Charollais/Katahdin y Suffolk/Katahdin (14.1 ± 2.2 y 12.7 ± 1.8 para cada uno), quedando por arriba de los grupos de Katahdin con Dorper y con Texel, que obtuvieron un promedio de 9.8 ± 1.7 .

Cuadro 9. Color de la grasa perirrenal de corderos de cruzamientos terminales (Media \pm DE)

	Cruzamiento de Katahdin x			
	Charollais (n=9)	Dorper (n=10)	Suffolk (n=10)	Texel (n=10)
Claridad (L*)	75.5 ± 3.0	78.2 ± 2.4	77.1 ± 4.9	75.4 ± 3.5
Índice de rojo (a*)	3.8 ± 2.3^a	1.6 ± 1.1^b	2.5 ± 2.2^{ab}	1.7 ± 1.13^b
Índice de amarillo (b*)	13.4 ± 1.6^a	9.8 ± 1.8^b	12.3 ± 1.5^a	9.4 ± 1.4^b
Tono (h)	88.1 ± 1.5	79.1 ± 8.5	83.8 ± 8.5	80.2 ± 6.1
Croma (C)	14.1 ± 2.2^a	10.0 ± 1.8^b	12.7 ± 1.8^a	9.6 ± 1.5^b

^{a,b,c} Letras diferentes en el mismo renglón indican diferencia significativa ($P \leq 0.01$).

III. Ph, fuerza de corte y capacidad de retención de agua.

El pH final no mostró diferencias ($P > 0.05$) entre los cuatro grupos, mostrando valores normales, que van de 5.48 ± 0.1 en Dorper/Katahdin a 5.52 ± 0.0 en Charollais/Katahdin.

De igual forma, la fuerza de corte no fue diferente ($P > 0.05$) entre tratamientos, observándose un promedio general de 3.7 ± 0.2 KgF, situándola como una carne bastante suave.

En retención de agua de la carne, los resultados (Cuadro 10) muestran diferencias estadísticas ($P \leq 0.01$) que colocan al grupo Texel/Katahdin con el mayor porcentaje de líquido expelido ($33.0 \pm 1.2\%$), seguido por los genotipos Suffolk/Katahdin ($30.7 \pm 2.0\%$), Dorper/Katahdin ($29.5 \pm 3.5\%$) y Charollais/Katahdin, los cuales retienen 6.5 % más de líquido que el cruce con Texel.

Cuadro 10. Fuerza de corte, pH_{24h}, y capacidad de retención de agua del músculo *L. dorsi* de corderos de cruzamientos terminales (Media ± DE)

Variables	Cruzamiento de Katahdin x			
	Charollais (n=9)	Dorper (n=10)	Suffolk (n=10)	Texel (n=10)
pH _{24h}	5.52±0.0	5.48±0.1	5.49±0.1	5.51±0.1
Fuerza de corte (kgF)	3.5±0.8	3.8±1.4	3.5±1.0	3.9±0.9
Jugo expelido (%)	26.5±2.0 ^c	29.5±3.5 ^b	30.7±2.0 ^{ab}	33.0±1.2 ^a

^{a,b,c} Letras diferentes en el mismo renglón indican diferencia significativa (P≤0.01).

6.4 Atributos sensoriales de la carne

A pesar de que no se detectaron diferencias significativas (P>0.05) entre los genotipos en ninguno de los atributos evaluados (Cuadro 11), la carne fue bien valorada, pues todos los resultados obtenidos se encuentran por arriba del 65% de la escala hedónica. En el caso del sabor y jugosidad se observa un ligero incremento numérico en la carne del genotipo con encaste de Suffolk.

Cuadro 11. Atributos sensoriales de la carne de corderos de cruzamientos terminales (Media ± DE)

	Cruzamiento de Katahdin x			
	Charollais	Dorper	Suffolk	Texel
<i>n</i>	9	10	10	10
Sabor*	4.7±1.3	4.6±1.5	5.0±1.4	4.8±1.5
Suavidad*	5.0±1.5	4.5±1.6	5.1±1.8	5.1±1.5
Jugosidad*	4.3±1.6	4.3±1.4	4.7±1.3	4.3±1.5
Aceptación General*	5.0±1.2	4.6±1.5	5.0±1.4	4.9±1.3

*Escala hedónica de 1 (no me gusta mucho) a 7 (me gusta mucho).

7. Discusión

7.1 Mediciones ante mortem

1. Peso y ganancia diaria de peso

Desde el punto de vista económico, el rápido crecimiento de los corderos es un factor muy importante para las empresas productoras, por lo que se busca tener animales que ganen peso en el menor tiempo posible y que presenten excelentes características en la canal y la carne.

En nuestro caso, el consumo de alimento por animal no mostro una diferencia significativa entre los corderos, posiblemente porque la edad es igual o similar entre ellos. La cantidad de alimento diario consumido se considera estándar en corderos jóvenes con un potencial de crecimiento rápido⁽⁸⁶⁾ y es coincidente con los rangos publicados por otros autores, que observaron consumos de alrededor de 1.200 kg diarios durante todo el periodo de producción, cuando evaluaron crías F1 de borregas de pelo con machos de razas europeas, que recibieron dietas integrales similares a la nuestra y que fueron elaboradas con ingredientes equivalentes a los empleados en este trabajo⁽¹⁵⁾

Desde el nacimiento hasta el sacrificio se apreció diferencias del genotipo paterno sobre los pesos alcanzados por corderos, logrando que el grupo de animales Charollais/Katahdin tuviera una acelerada ganancia de peso, con respecto a los otros tres cruzamientos. También otros grupos de investigadores han observado que el cruzamiento incrementa el valor de varios parámetros productivos, entre los que se encuentra el peso ganado de los animales y a la velocidad de crecimiento^(15,87,88). Partida *et al.*⁽⁸⁸⁾ al realizar cruzamientos terminales en ovinos, determinaron que las crías F1 de Pelibuey/Suffolk ganaron 18.2% más peso que la raza Pelibuey pura, logrando pesos de hasta 46 kg en cinco meses, reduciendo así el tiempo en engorda de los animales.

En el presente estudio, los corderos Charollais/Katahdin fueron más pesados que el resto de los grupos al nacimiento, siguiendo con ésta superioridad en el peso al destete y peso al sacrificio (a 137 días de edad). Esto coincide con los resultados de Osorio *et al.*⁽⁸⁹⁾, quienes compararon los pesos de las crías procedentes de ovejas criollas cruzadas con sementales de razas cárnicas, observando que los corderos con sangre Charollais pesaron más que las crías de padres Suffolk o Dorper, tanto al nacimiento como al destete. Otro estudio en el que se cruzaron sementales Charollais con ovejas Awassi, reportó un peso de 31.14 Kg a los 120 días de edad y a de 43.71 kg a los 182 días, ambos superiores a los obtenidos en la raza pura materna⁽⁹⁰⁾, pero inferiores a los obtenido en esta investigación con las crías F1 Charollais/Katahdin a los 137 días de edad, bajo condiciones similares de alimentación; por lo anterior podemos atribuir la rápida ganancia de peso al tipo de cruzamiento, el cual puede estar expresando el vigor híbrido generado entre las dos razas.

Los borregos Dorper/Katahdin, aunque nacieron con el peso más bajo, presentaron un excelente comportamiento productivo, logrando pesos al destete y a los 120 días equivalentes al genotipo Charollais/Katahdin, demostrando una acelerada ganancia de peso del nacimiento a destete. Este alto incremento de peso coincide con los resultados de Schoeman *et al.*^(91,92), quienes demostraron que las crías de Dorper puro en sistemas intensivos, son más eficientes en su etapa de lactación, aunque se presenta una disminución en el ritmo de crecimiento después del destete pudiendo deberse al nivel alimenticio de los corderos. Aun así, esta raza genera pesos superiores a otros genotipos como Dorset o Merino, que además son vigorizados cuando se cruzan con la raza Katahdin⁽⁹³⁾, por el rápido crecimiento que presentan las crías.

Otros autores han evaluado el comportamiento productivo del genotipo Dorper como raza pura y en cruzamientos, concluyendo que son animales precoces, con madurez temprana, que llegan al peso de sacrificio en cortos periodos de tiempo, pero con un alto grado de engrasamiento^(22,94). En un estudio de Snowden *et al.*⁽⁹⁵⁾ en el que evaluaron las razas Dorper, Suffolk y Columbia, notaron que entre ellas no hubo diferencia en el peso al nacimiento, pero si a los 77 días de edad, cuando se realizó el destete. Observaron un efecto del genotipo paterno sobre el crecimiento, en el cual la raza Dorper fue más ligera y pequeña que las razas Suffolk y Columbia. A los 5 meses de edad las dos primeras razas fueron iguales entre sí, logrando 63 y 65 kg de peso final para Dorper y Suffolk respectivamente; no obstante, los animales Dorper lograron una ganancia de peso mayor que equiparó el peso al sacrificio de las otras dos razas.

Los resultados obtenidos en ésta investigación de los genotipos Suffolk/Katahdin y Texel/Katahdin, demostró un efecto paterno equivalente en sus crías. El cual es acorde con los resultados publicados sobre estas dos razas. En estudios comparativos se establece una gran similitud en el comportamiento productivo de ambas razas, siendo más acentuado en el periodo predestete (60 días); posteriormente los corderos Texel muestran un incremento de peso menos acelerado y con ganancias de peso más bajas que el genotipo Suffolk⁽⁹⁶⁾, mostrando que esta raza es de lento crecimiento desde su nacimiento. Estos datos coinciden con algunos autores que indican que ésta raza tarda más en desarrollarse y crecer que otras, dando pesos finales bajos y alargando su periodo de producción^(87,96).

La ganancia diaria de peso (GDP) es uno de los mejores indicadores del crecimiento de los animales que está altamente influenciada por el genotipo⁽⁹⁷⁾. De los borregos evaluados, se constató que la raza paterna influyó sobre la GDP del nacimiento al destete, del destete al sacrificio y en la ganancia total. De forma general se pudo observar que los cuatro cruzamientos presentaron una mayor ganancia de peso en el periodo que va del destete al sacrificio que en el lapso del nacimiento al destete, eliminando así el efecto de la habilidad de crianza materna sobre la cría en la GDP.

El mejor desempeño de los corderos Charollais/Katahdin, con ganancias de peso más elevadas que los otros tres cruzamientos, concuerda con los resultados obtenidos por Momani *et al.*⁽⁹⁰⁾ quienes evaluaron el cruzamiento de ovejas Awassi con sementales Awassi, Romanov y Charollais; observando que este último encaste generó altas ganancias de peso, obteniendo 216 g del destete al sacrificio, lo cual es menor a la ganancia obtenida en este estudio. Esta habilidad de las crías para ganar peso rápidamente puede disminuir el tiempo y los costos de producción, alcanzando más rápidamente el peso de sacrificio.

El comportamiento de los animales Dorper/Katahdin caracterizado por una alta GDP desde el nacimiento al destete, se ha reportado por diferentes autores que han incluido esta raza (Dorper/Katahdin) en sus estudios, los animales Dorper o encastados con este genotipo, presentan ganancias iniciales altas, que van de 220 a 313 g/día^(22,91,94,95) y conforme van aumentando la edad, la ganancia va disminuyendo, hasta 205 g después del destete, logrando de esta forma un comportamiento en la ganancia similar a los Suffolk⁽⁹¹⁾. Sin embargo, este disminuye la GDP se contrapone en parte a los resultados obtenidos en el cruzamiento con Katahdin donde los F1 de Dorper/Katahdin incrementaron su ganancia postdestete a 298 g/día, teniendo un comportamiento en general superior al de los corderos encastados con Suffolk.

En cuanto a la semejanza en la GDP registrada de los animales Suffolk/Katahdin y Texel/Katahdin, coincide con los hallazgos en la investigación hecha por Leymaster *et al.*⁽⁹⁶⁾ donde los corderos de la raza Texel acrecentaron su masa corporal de igual manera que los corderos Suffolk hasta los dos meses de edad, cuando se destetan comúnmente, obteniendo pesos al destete de 15.3 y 14.9 kg (para Suffolk y Texel respectivamente), con ganancias de 224 y 219 g/día. Notándose que las crías de Texel lograron menos ganancia y necesitaron 12 días más de alimentación para igualar el peso de la raza Suffolk al sacrificio. De forma similar, Santos *et al.*⁽⁹⁸⁾ compararon varias cruces de ovejas de pelo Pelibuey con razas cárnica terminales, entre ellas Suffolk, que tuvo la mejor GDP, destacando que los carneros tuvieron un efecto significativo sobre la ganancia de peso de las crías.

El resultado de la GDP de los corderos Texel, comparado con los datos de los otros tres genotipos; fue semejante a lo registrado al cruzar machos de esta raza con ovejas Merino, dando como resultado animales que ganaron solo 210 g/ día en promedio⁽⁸⁷⁾. Esto fue debido a que la raza Texel presentó un desarrollo lento, necesitando más tiempo para llegar a su madurez que razas más precoces como Suffolk, Dorper y Charollais^(94,96,99). De igual forma, al comparar la velocidad de crecimiento de hembras y machos del genotipo Texel cruzados con East Friesian, para determinar la edad óptima de sacrificio, se registró una ganancia media diaria de 226 g/día⁽¹⁰⁰⁾, similar a la ganancia general de Texel/Katahdin, demostrando que posee un lento crecimiento comparado con las otras tres razas evaluadas.

7.2 Mediciones *post mortem*

I. Peso y rendimiento de la canal

Se identificó una influencia de la raza de los carneros sobre el peso y rendimiento de la canal. Otros investigadores también han determinado un efecto positivo de la raza paterna sobre estas características de la canal^(96,101). Mientras que Gutiérrez *et al.*⁽¹⁰²⁾, quienes al comparar cruzamientos de hembras de la Pelibuey con sementales Rambouillet y Suffolk, no encontraron diferencia entre genotipos sobre el peso de la canal caliente, fría y rendimiento en canal.

En general, los animales Charollais/Katahdin tuvieron pesos similares a las cruzas con Dorper y Suffolk tanto en canal caliente como fría. Estos resultados son similares a los encontrados por Gibson *et al.*⁽¹⁰³⁾, quienes compararon razas puras como Suffolk, Charollais, Texel, Arcott e Ile de France, para determinar el efecto del genotipo sobre la calidad de la canal y de la carne, encontrando que las canales de corderos Charollais fueron más pesadas que las otras razas, aunque su rendimiento varió dependiendo de la edad de los animales. Otros estudios sobre cruzamientos terminales, indican un efecto positivo del cruzamiento sobre las características de la canal al evaluar borregas Awassi cruzadas con carneros Charollais, logrando canales de 22 kg de peso y un rendimiento en caliente del 52.45%⁽⁹⁰⁾; con todo, estos datos son inferiores a los resultados obtenidos en este estudio con el cruzamiento de Charollais/Katahdin.

Con respecto al genotipo Texel/Katahdin, que presentó pesos similares al encaste con Suffolk y Dorper en canal y el rendimiento más bajo, esto puede deberse a un lento crecimiento de la raza Texel^(87,96), que aunque favorece la reducción de la cantidad de grasa en la canal, genera un mayor rendimiento magro⁽⁸⁷⁾, más acentuado en la pierna, sin tener relación con el peso de la canal⁽¹⁰⁴⁾. Sin embargo, a pesar de tener un mejor rendimiento magro, los animales Texel puros en comparación a la raza Suffolk, presentan 15% menos de peso en canal⁽⁹⁶⁾.

En el caso del grupo Dorper/Katahdin, tuvo un peso en canal (caliente y fría) igual a los otros tres genotipos; aunque el rendimiento verdadero de la canal caliente fue superior al generado por los animales con encaste Texel. Esto puede deberse a que tanto los carneros Dorper como Suffolk fueron más precoces^(94,99), logrando altos pesos de finalización; pero, Snowden *et al.*⁽⁹⁵⁾ al comparar las razas Dorper, Suffolk y Columbia, observó que corderos Suffolk presentaron mejor rendimiento verdadero en canal caliente a pesar de tener un menor peso de estas canales comparadas con Dorper. Mientras que Burke *et al.*⁽⁹⁹⁾ encontraron lo contrario al contrastar estas dos razas puras, señalando que las canales de corderos Suffolk tuvieron un peso superior en canal caliente, pero igual rendimiento verdadero a Dorper, acorde a lo encontrado en esta investigación.

II. Evaluación de la canal

Respecto a la clasificación de las canales también se determinó influencia del genotipo paterno, el cual afectó el desarrollo de las razas Charollais, Dorper y Suffolk, dejando en una categoría de clasificación de la canal (de acuerdo a la norma mexicana) menor al genotipo cruzado con Texel, el cual es el más tardío en su desarrollo^(22,96,103).

De igual forma, la raza paterna (en los cruzamientos analizados) afectó el espesor de la grasa dorsal, superior en las canales del grupo Charollais/Katahdin. Acorde a lo encontrado por Momani *et al.*⁽⁹⁰⁾ los cuales también registraron el mayor engrasamiento en cruzamientos con sementales Charollais. Gibson *et al.*⁽¹⁰³⁾ realizaron estudios sobre razas puras para determinar la calidad de la canal, obteniendo una mayor deposición de tejido adiposo que las razas Texel y Suffolk, mencionando que aumenta aceleradamente a mayor edad. Por lo que se puede indicar, que las canales de corderos Charollais/Katahdin depositan más grasa de cobertura debido al efecto genético del semental.

En contraste, los resultados obtenidos con el genotipo Dorper/Katahdin indican que la combinación de las dos razas mostró una tendencia a depositar menos grasa que los otros tres grupos, tal como lo indica el estudio realizado por Cloete *et al.*⁽⁹⁴⁾, quienes observaron que el uso de cruzamientos terminales redujo la cantidad de grasa de cobertura en animales con sangre Dorper. De igual forma, Notter *et al.*⁽¹⁰⁵⁾ al evaluar la raza pura, encontraron un bajo engrasamiento dorsal (3.86 mm) en canales de cordero. Sin embargo, los resultados de esta investigación, también contrastan con los obtenidos por Bunch *et al.*⁽¹⁰⁶⁾, quienes compararon las características de la canal de razas terminales con razas de lana y de pelo. Encontraron que los sementales Dorper x raza de pelo Santa Cruz depositaron más grasa subcutánea que los corderos de Dorper x raza de lana, tendiendo una cobertura de 6.8 y 5.9 mm respectivamente, a un peso similar de sacrificio al empleado en este estudio.

Cabe destacar que el grosor de la cobertura de grasa dorsal que se registró en los cuatro diferentes cruzamientos, de acuerdo a la clasificación dada por la norma mexicana para canales ovinas, la sitúa como la más baja, esto sugiere que los corderos aun no habían alcanzado la madurez, dando la posibilidad de elevar los pesos al sacrificio sin tener elevado grado de engrasamiento.

III. Morfometría de la canal

Respecto a las mediciones hechas sobre la canal (Cuadro 5), se pudo observar la influencia del genotipo paterno en los cruzamientos realizados, excepto en el índice de compacidad de la canal. Los valores más elevados en perímetro de la grupa, longitud de la pierna y largo de la canal concuerdan con las mediciones obtenidas en otros trabajos, en donde se emplearon corderos de la

raza Suffolk, que presentaron mayor altura y longitud superior a otras razas, además de tener una conformación de pierna superior^(98,107). De igual forma, en cruzamientos de Pelibuey con Suffolk, lograron corderos con mayor largo de canal que la raza pura materna^(102,108), aunque fueron medidas menores a las obtenidas en el actual estudio. En el caso de las canales de Charollais/Katahdin, son un poco menos largas que el cruzamiento con Suffolk, pese a que la raza pura Charollais es considerada como animales de talla grande que producen canales largas en cruzamientos con razas de menor longitud corporal⁽⁹⁰⁾.

La mayor profundidad del tórax, la longitud intermedia de la canal y la buena conformación del genotipo Dorper/Katahdin se deben a las características de la raza pura Dorper, ya que se ha observado que son animales de talla grande con una gran profundidad de tórax, apariencia compacta y miembros no muy largos, pero con masas musculares ampliamente desarrolladas^(23,15). En general las mediciones realizadas sobre la canal en los diferentes cruzamientos realizados, concuerdan con las medidas obtenidas por Bianchi *et al.*^(97,109), quienes evaluaron el efecto del genotipo y peso de finalización sobre la calidad de la canal de corderos pesados Corriedale y cruza con otras razas, indicando que estas dos variables influyen significativamente sobre todas las medidas de la canal, aunque los corderos F1 dieron mayor conformación de pierna, profundidad y ancho de tórax. No obstante, el peso al sacrificio influyó más que el genotipo. En contraste, Bores *et al.*⁽¹¹⁰⁾ al evaluar cruzamientos de borregas F1 Pelibuey/Black Belly con razas terminales como Suffolk, Dorset y Hampshire, no encontraron efecto del genotipo sobre las características y mediciones en la canal.

En cuanto al área del músculo *Longissimus dorsi* (MLD), se observó en los resultados obtenidos que el cruzamiento Charollais/Katahdin presentó la mayor medida, seguido por los cruzamientos con Dorper y Suffolk, dejando al genotipo con sangre de Texel con 22.3% menos de área que el primero. Este efecto fue reflejado en un estudio anterior donde también se observó como el área muscular en el cruzamiento con Charollais fue superior al reportado en la raza pura Katahdin, la cual tuvo un área de 14.11 cm²⁽⁹³⁾. Otros datos publicados sobre cruzamientos terminales de ovejas Awassi con sementales de razas cárnicas, entre ellas Charollais, coinciden en que el cruzamiento con esta raza paterna crea una mayor área del MLD que en los animales puros de la raza materna⁽⁹⁰⁾. Aunque algunos investigadores concluyeron que esta superficie también fue influenciada por el peso de sacrificio, incrementándose el área del músculo a mayor peso del animal, hasta llegar a su madurez⁽¹¹¹⁾. Por lo que la combinación realizada en este estudio del cruzamiento con Charollais y los pesos que presentaron al sacrificio estos corderos pudo influir sobre el área del MLD.

Respecto al área del MLD obtenida en las canales Texel/Katahdin, nuestros datos contrastan con los resultados obtenidos por Leymaster *et al.*⁽⁹⁶⁾, quienes al comparar corderos de las razas puras de Suffolk y Texel de 147 días de edad, obtuvieron áreas de MLD iguales para ambas razas. Por

otro lado, Osikowki *et al.*⁽⁸⁷⁾, al sacrificar corderos Texel con 45 kg, registró un área muscular de 17.8 cm². Así mismo, los datos obtenidos por Notter *et al.*⁽¹⁰⁵⁾ cuando evaluó la raza Dorper pura, solo determinó un área muscular de 12.2 cm², siendo un 13.0% menor al obtenido con el cruzamiento Dorper/Katahdin. Todo lo anterior, nos indica que existen diferencias debidas al genotipo, pero también se originan variaciones por efecto del peso de sacrificio y por efecto del semental dentro de una misma raza.

IV. Composición tisular

Como se mostró en los resultados la raza paterna influyó sobre el porcentaje de músculo y grasa, sin generar una variación en la proporción de tejido óseo. En el caso de las canales de Texel/Katahdin se observó que aunque tuvieron un rendimiento en canal menor a los otros grupos, su porcentaje de músculo fue superior y depositaron menos grasa subcutánea e intermuscular, contrario al encaste Charollais/Katahdin que tendió a depositar más grasa a la misma edad, originando un descenso en el porcentaje de músculo. Este incremento en la proporción de tejido magro de los corderos Texel/Katahdin se puede explicar debido a que la raza es de lento crecimiento⁽⁸⁷⁾. También, la raza pura Texel tiende a desarrollar más tejido muscular y menos deposición de grasa,^(96,104,112) contrario al comportamiento observado en corderos Suffolk, Ile de France y Merino los cuales depositan más grasa que proteína a la misma edad⁽⁹⁶⁾.

Así mismo, el alto grado de engrasamiento obtenido en los corderos Charollais/Katahdin, está influenciado por la raza paterna, que empieza su depósito graso a temprana edad aunado a que la raza de doble propósito Katahdin también ha sido reportada como precoz en su maduración y con tendencia a acumular más grasa que otros genotipos^(90,93). Se ha observado que a mayor peso de sacrificio se da mayor acumulación de tejido adiposo⁽¹⁰²⁾ y en el caso del encaste de Katahdin con Charollais, se han obtenido los más altos pesos de sacrificio (Cuadro 1) y en canal (Cuadro 3) en comparación de los otros grupos evaluados. De igual forma, Osikowski *et al.*⁽⁸⁷⁾ quienes determinaron la composición tisular en canales de corderos F1, mencionan que los principales factores para que se presente una variación en la relación músculo – grasa son la raza, la edad de los animales y el sexo. Además, la proporción de tejidos también se ve altamente influenciada por el peso de sacrificio de los animales^(109,111).

En el caso del grupo Dorper/Katahdin, que posee una relación músculo grasa igual al grupo con sangre de Texel y con Suffolk, se puede decir que el cruzamiento no influyo en la composición tisular de la raza paterna, pero el grado de engrasamiento de los corderos a la edad de sacrificio es menor a los animales Dorper estudiados por Cloete *et al.*⁽⁹⁴⁾.

En otro estudio realizado con cruzamientos terminales entre ovejas Pelibuey y razas cárnicas entre ellas Suffolk, para determinar calidad de la canal, no se observó un cambio significativo sobre las proporciones de tejido magro y hueso pero si se vio incrementado el depósito de grasa

intramuscular en las crías F1⁽⁸⁸⁾, por lo que se aprecia que el cruzamiento de algunas razas potencializa la acumulación de grasa en las crías y por lo tanto reduce el porcentaje de músculo, afectando la calidad de la canal.

Al comparar los porcentajes en la composición tisular obtenida de los diferentes tratamientos con datos de investigaciones previas, se puede apreciar que el cruzamiento de hembras Katahdin con las diferentes razas evaluadas genera mayor rendimiento magro en las canales a los encontrados en cruces de Pelibuey/Suffolk donde el porcentaje de musculo fue de 55.40%⁽¹⁰⁸⁾.

7.3 Calidad instrumental de la carne

I. Composición química

El genotipo paterno no generó una variación entre los porcentajes de proteína, grasa intramuscular, humedad y cenizas de los diferentes cruzamientos. Lo que coincide con otras investigaciones, en las que se observó que la raza no modificó el perfil químico^(95,96), aunque los porcentajes de los componentes químicos pueden variar debido a la edad⁽⁷⁰⁾ y a la alimentación de los animales. Tomando lo anterior en cuenta se puede decir que la falta de variación en el perfil químico de la carne en los cruzamientos se debe a que los animales tenían edad similar y misma dieta.

Por otro lado, los valores de proteína se encuentran ligeramente incrementados al compararlos con otros datos publicados,^(113,114) pudiendo deberse a la edad y el bajo depósito de grasa. En el caso de Ramírez *et al.*⁽¹¹⁴⁾ al cruzar animales Pelibuey con Katahdin, obtuvo un menor porcentaje de proteína (20.4%) y menor cantidad de cenizas (0.8%) al sacrificar los corderos con 40 kg de peso vivo, pero con una mayor edad.

II. Color

De acuerdo a los valores obtenidos en el color del músculo *L. dorsi* se observó cómo la raza paterna afectó la luminosidad, los índices de rojo y amarillo, el tono y el croma de color en la carne. De acuerdo con otros estudios, el color puede ser modificado por el genotipo^(99,107,112) aunque también puede afectarlo el peso al sacrificio,^(61,112,115) disminuyendo la claridad y el índice de rojo y de amarillo en la carne conforme aumenta el peso⁽¹¹⁵⁾. Otro factor mencionado como causante de diferencias en el color de la carne es la alimentación, pues genera acumulación de pigmentos, que producen una carne más clara en corderos alimentados cuando son finalizados en corral con dietas balanceadas⁽¹¹³⁾. En el caso de esta investigación todos los grupos, a excepción del encaste con sementales Suffolk, poseyeron valores de L*, a* y b* semejantes a los reportados por otros

grupos de investigación, considerándolos como normales y bien aceptados por los consumidores que los evaluaron^(101,104,116).

En el caso del genotipo Suffolk/Katahdin resultó diferente a los otros tres grupos, presentó una carne más oscura, con un menor índice de rojo, amarillo y un bajo croma, mientras que el tono fue mayor. De acuerdo al estudio publicado por Dawson *et al.*⁽¹¹²⁾ esto pudo deberse a que la raza y el peso afectan el color de la carne, y en el caso particular de la raza Suffolk se vio que posee una mayor claridad, y tendencia a menor índice de rojo y amarillo, además de que los valores de a^* se incrementaron con el peso al sacrificio con respecto a la raza pura Texel, coincidiendo con los resultados obtenidos en este estudio.

El color de la grasa perirrenal, no fue afectada en su claridad por la raza paterna; sin embargo, se observó más enrojecida en el genotipo Charollais/Katahdin, posiblemente debido a la presencia de vasos sanguíneos en el tejido graso, según se explica por lo observado por Ruiz de Huidobro *et al.*⁽⁶¹⁾. En cuanto al índice de amarillo y el croma que fueron ligeramente mayores en los cruzamientos con Charollais y Suffolk, se puede ver en la investigación hecha por Crouse *et al.*⁽¹⁰⁷⁾ sobre el efecto de la raza y otros factores en la calidad de la carne cómo los animales de raza pura Suffolk presentaron una coloración más amarilla que corderos de la raza Rambouillet, teniendo la misma alimentación.

III. pH de la carne, fuerza de corte y capacidad de retención de agua.

Respecto a los valores de pH obtenidos en el músculo *Longissimus dorsi*, se observó que el genotipo no tuvo influencia en los mismos. Los valores de pH determinados se consideran dentro de los parámetros normales que van de 5.4 a 5.9 mencionados por Safari *et al.*⁽¹¹⁷⁾ y concordaron con lo referido por otros investigadores quienes detectaron que la raza no influye sobre el pH de la carne^(101,112,117). Aunque en algunas otras investigaciones se observaron diferencias en el pH debidas al encaste y al sexo del animal, tendiendo a ser más bajo en machos^(70,116) y en corderos alimentados con dietas altas energía para finalización⁽¹¹³⁾.

La suavidad de la carne, no fue afectada por el tipo de cruzamiento, lo que coincide con los resultados logrados por otros investigadores, donde tampoco se vio un efecto del genotipo sobre esta variable^(61,112,117). Esta falta de efecto del genotipo sobre la suavidad de la carne se puede deber a la baja pérdida de jugo expelido y a la corta edad de los animales al sacrificio de todos los genotipos, ya que a mayor edad se incrementan los depósitos de fibras de colágeno.

Los valores obtenidos en los cuatro cruzamientos analizados situaron a la carne como suave de acuerdo con los datos referidos como óptimos por Bianchi *et al.*⁽¹⁰⁹⁾ Aunque se ha visto que la suavidad decrece con valores de pH de 5.8 a 6⁽¹⁰¹⁾. Así mismo, al aumentar la musculatura o rendimiento magro de los animales se puede incrementar la fuerza de corte⁽¹⁰⁴⁾. No obstante,

Snowder *et al.*⁽⁹⁵⁾ observaron diferencias en la fuerza de corte entre las razas Dorper y Suffolk, requiriendo ambas más de 5 kgF para su corte, siendo este valor muy superior a los obtenidos en este estudio. Mientras que Gibson *et al.*⁽¹⁰³⁾ comparando diversas razas, entre ellas Charollais, Suffolk y Texel, obtuvo que esta última requirió una menor fuerza, tendiendo a ser una carne más suave. Otros estudios indican que la raza pura Suffolk posee una carne más dura que animales Dorper, aunque esto se relacionó con una alta pérdida de agua durante el cocinado.⁽⁹⁹⁾

Burke *et al.*⁽⁹⁹⁾ observaron que las razas puras Dorper, Katahdin y Suffolk, requirieron una mayor fuerza para cortar la carne que la requerida en el presente estudio, bajo condiciones de manejo y alimentación similares, por lo que se puede deducir que la raza Katahdin empleada en los cruzamientos terminales pudo disminuir la dureza de la carne, sin embargo también se puede deber a la edad de los corderos y a la cantidad de depósitos de fibras de colágeno.

Los resultados mostraron que existió influencia del peso alcanzado por los corderos y el grado de engrasamiento sobre la capacidad de retención de agua. El genotipo Texel/Katahdin tendió a perder más líquido mientras que el grupo de Charollais/Katahdin presentó una mayor capacidad para retener el líquido que los otros grupos, este efecto se puede atribuir a que el cruzamiento con Texel presentó una mayor musculatura y menor grado de engrasamiento; lo cual se ha relacionado como causas que generan mayor pérdida de líquido muscular, sin influencia racial⁽¹⁰¹⁾. Al igual los resultados obtenidos para el genotipo con Texel, en nuestra investigación coinciden con los datos publicados por Johnson *et al.*⁽¹⁰⁴⁾ quienes notaron que el mayor rendimiento magro de los corderos de raza Texel genera un aumento en la fuerza de corte (mayor dureza) y disminución en la capacidad de retención de agua, (37% de jugo expelido)

En los resultados obtenidos con los distintos cruzamientos evaluados se puede apreciar una pérdida de agua superior al 25%; no obstante, en diferentes estudios se puede percibir una gran disparidad de resultados que no permiten establecer un valor óptimo de referencia. Como ejemplo, Santos-Silva *et al.*⁽¹¹⁵⁾ obtuvieron valores de pérdida de agua mayor al 38.7% en las razas evaluadas. Mientras que Ekiz *et al.*⁽¹⁰¹⁾ muestran valores en diferentes razas menores al 12.21% de pérdida de líquido en animales de 26 a 41 kg de peso vivo.

7.4 Atributos sensoriales de la carne

Al observar los datos obtenidos sobre el sabor, suavidad, jugosidad y aceptación general de la carne se puede apreciar que no hubo influencia del genotipo paterno. Esto coincide con diferentes estudios previos^(61,101,117). Gibson *et al.*⁽¹⁰³⁾ realizaron una comparación de diferentes atributos en las razas Arcott, Charollais, Ile de France, Suffolk y Texel, utilizando un panel sensorial entrenado, y no se registró ningún efecto de la raza o sexo sobre las variables evaluadas. En contraste, Snowder *et al.*⁽⁹⁵⁾ al comparar la suavidad, jugosidad e intensidad de sabor en las razas Dorper y Suffolk, reportaron diferencias según el genotipo sobre las dos primeras variables, indicando que la

carne de corderos Dorper presentó una mayor suavidad y jugosidad. Aunque en el presente estudio no se presentaron diferencias en las propiedades organolépticas de la carne, de acuerdo con lo percibido por los consumidores.

Sobre la aceptación general de la carne, se ha mencionado que refleja la percepción de sabor, jugosidad y suavidad de la carne, por los consumidores, teniendo una estrecha correlación entre sabor, suavidad y agrado⁽¹⁰¹⁾.

Las correlaciones obtenidas por Safari *et al.*⁽¹¹⁷⁾ muestran que la suavidad de la carne se relaciona estrechamente con la jugosidad y el sabor, en tanto que la aceptación general depende (en mayor parte) de la jugosidad. Esto se refleja en nuestros resultados debido a que la fuerza de corte registrada fue igual para los cuatro tratamientos (Cuadro 10), por lo que no hizo variar la suavidad de la carne ni la jugosidad.

Bianchi *et al.*⁽⁹⁷⁾, al investigar las características sensoriales de borregos ligeros y pesados de diferentes genotipos, encontraron que la suavidad puede estar influenciada por la raza, aunque en mayor medida las diferencias sobre todas las variables organolépticas se deben al peso de sacrificio, concluyendo que animales pesados poseen una mejor aceptación general que corderos livianos, posiblemente por el grado de engrasamiento y el tipo de preferencia de los consumidores.

8. Conclusiones

El cruzamiento de ovejas Katahdin con sementales Charollais generó corderos de alto peso desde el nacimiento hasta la finalización, con mejor ganancia promedio en comparación con los otros tres genotipos evaluados. Esto podría permitir disminuir el tiempo de producción de los animales para llegar al peso de mercado y con ello reducir los costos de producción por una disminución en el uso de alimento, uso de instalaciones y mano de obra.

Las medidas postmortem de la canal fueron afectadas por el genotipo paterno presentándose diferencias en la muscularidad, en la composición tisular y el porcentaje de grasa, siendo los cruzamientos Charollais/Katahdin y Dorper/Katahdin los que presentaron una excelente calidad que fue superior a los otros dos grupos evaluados. Sin embargo el primer grupo tiende a engrasar más rápido, lo que podría limitar el poder incrementar el peso de sacrificio para mercado.

La raza paterna no afectó la calidad instrumental de la carne, presentándose valores normales en pH, la fuerza de corte y la capacidad de retención de agua, únicamente se presentaron algunas diferencias en el color de la grasa y de la carne.

El genotipo paterno no afectó la calidad sensorial de la carne; en general, la carne de los cuatro encastes se valoró como suave, jugosa y de sabor agradable, siendo bien aceptada por los consumidores que la evaluaron.

Los resultados obtenidos reflejan que el cruzamiento terminal es buena opción para mejorar el comportamiento productivo de los corderos, generar rendimientos más elevados y mantener la alta calidad de la carne, siendo aceptada satisfactoriamente por los consumidores que participaron en la degustación.

9. Referencias

1. Arbiza S., De Lucas T. J. Producción de carne ovina, Editores Mexicanos Unidos S. A. México. 1996
2. Arteaga C. J. Diagnóstico actual de la situación de los ovinos en México. Memorias del 8º Congreso mundial del cordero y lana. Querétaro, México. 2007.
3. Cuéllar O. La producción ovina en México: Descripción general y la ovinocultura empresarial del occidente. Memoria de la 1ª Semana Nacional de Ovinocultura. Hidalgo, México. 2006; 11 – 14.
4. Ortiz H. A. Influencia de la globalización en la producción ovina y caprina. Memorias del V curso: Bases de cría ovina. Edo. México, México. 2000.
5. Martínez R. L. y Arbiza A. S. Fortalecimiento del sistema producto ovinos. Consideraciones para la estratificación de la producción de carne ovina. Tecnología para ovinocultores. Serie: Producción. 2010.
6. Arteaga C. J. Problemática de la ovinocultura en México. Memorias del V Curso: Bases de la cría ovina. Edo. México, México, 2000: 124 – 127.
7. SIAP a. Resumen nacional pecuario 1999 – 2008: Inventario ganadero en cabezas. Servicio de información agroalimentaria y pesquera, SAGARPA. <http://www.sagarpa.gob.mx/ventana.php?idLiga=991&tipo=1> Consultado: Enero del 2011.
8. SIAP b. Resumen nacional pecuario 2008: Concentrado de la producción. Servicio de información agroalimentaria y pesquera, SAGARPA. <http://www.sagarpa.gob.mx/ventana.php?idLiga=1245&tipo=1> Consultado: Enero del 2011.
9. Sistema producto de ovinos. Plan rector del sistema producto de ovinos. http://www.asmexcriadoresdeovinos.org/sistema/pdf/plan_rector.pdf. Consultado: Enero del 2011.
10. Arteaga C. J. Informe de la unión nacional de ovinocultores. Primera asamblea general de la Unión Nacional de Ovinocultores (UNO). Hidalgo, México. 2009.
11. Gómez M. Alternativas de Mercado para la carne ovina en México. Memoria del Simposio Internacional “Producción de carne ovina”. México, México. 2008
12. Torres G. La explotación ovina como una empresa: una visión de negocio. Memoria del 1º Congreso Internacional del Borrego. Hidalgo, México. 2009
13. Cuéllar O. Perspectivas de la producción ovina en México para el año 2010. Revista del borrego. 2007; 47.

14. Lara P. S. Producción de ovinos de pelo en México: Material genético para exportación. Memorias del 8º Congreso Mundial del Cordero y Lana. Querétaro, México. 2007.
15. Partida P. J. Uso de cruzamientos en ovinos para la producción de carne de alta calidad. Folleto técnico No. 3, INIFAP, México. 2009.
16. Cuéllar O. Perspectivas de la ovinocultura en México. Memorias del 2º Seminario sobre producción intensiva de ovinos. Villa Hermosa Tabasco, México. 2003; 7 - 11
17. Peláez J. H. Importancia de la cadena especie producto ovino, como una forma de organizar la industria. Memoria de la 3ª Semana de la ovinocultura, México, 2008. 13 – 16.
18. Carrera C. B. La ovinocultura en México: Alternativa para los productores rurales. Avances: cuaderno de trabajo, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. 2008: 207.
19. Majjala K. Genetic aspects of domestication, common breeds and their origin. En: Piper L. y Ruvinsky A. The genetics of sheep. Cab. International. USA, 1997; 25 – 43.
20. Department of animal science. Breeds of livestock. Oklahoma State University. <http://www.ansi.okatahdin/Suffol/ Texel/Katahdinate.edu/breeds/sheep/> Consultado en: noviembre 2009.
21. British Charollais Sheep Society Ltd. Breed standard of Charollais. <http://www.charollais sheep.com/Breed/breed.htm> Consultado en: noviembre 2009.
22. Cloete S. W. P., Snaymall M. A., Herselman M. J. Productive performance of Dorper sheep. Small Ruminant Research. 2000 36, 119 -135.
23. Milne C. The history of de Dorper sheep. Small Ruminant Research, 2000; 36 (2): 99 – 102.
24. Asociación Mexicana de Productores Ovinos. Razas ovinas en México. http://www.asmexcriadoresdeovinos.org/razas_ovinas/ Consultado en: noviembre 2009.
25. De Lucas, T. J. y Arbiza A. S., Razas de ovinos, Editores Mexicanos Unidos, S.A. México, 1996.
26. Katahdin Hair Sheep International (KHSI). History of the Katahdin Breed. www.Khsi.org. Consultado en: Junio 2009.
27. Navajas E., Lambe N. R., Fisher A. V., Nute G. R., Bünger L., Simm G. Muscularity and eating quality of lambs: Effects of Breed, sex and selection of sires using muscularity measurements by computed tomography. Meat Science. 2008; 79: 105–112.
28. De Lucas, T. J. Razas ovinas lanadas en la producción de carne en México. Memoria de la 1ª Semana Nacional de Ovinocultura. Hidalgo, México. 2006; 19 – 27.

29. Torres H. G. Bases genéticas de los cruzamientos terminales para la producción de carne ovina. Memorias de la 1ª Semana Nacional de Ovinocultura. Hidalgo, México. 2006; 29 – 35.
30. Boylan W.J. Sheep breeding in the USA. En: Tomes G.J., Robertson D. y Lightfoot R. J. Studies in the agricultural and food science: Sheep breeding, 2ª ed. Butterworths, Inglaterra. 1979.
31. Mueller J. Programas de mejoramiento genético de pequeños rumiantes. Memoria de la V Semana de Caprinocultura y de Ovinocultura Brasileña. Campo Grande, Brasil. 2006.
32. Torres H. G., De la Cruz C. L. Pérdida de la heterosis en características productivas de ovinos en generaciones avanzadas. Memoria del VIII Congreso mundial del cordero y de la lana. Querétaro, México. 2007:1 – 37.
33. Lara P. S. Experiencias prácticas de la utilización de razas de lana en cruzamientos terminales. Memoria de la 1ª Semana Nacional de Ovinocultura. Hidalgo, México. 2006; 37 – 41.
34. Newton T. H. Methods of improving production in characters of importance. En: Tomes G.J., Robertson D. y Lightfoot R. J. Studies in the agricultural and food science: Sheep breeding, 2ª ed. Butterworths, Inglaterra, 1979: 93 – 112.
35. Young L. D., Dikerson G. E., Mogarty N. M. Evaluation and utilization of finn sheep. En: Land R. B., Robinson D. W., Genetics of reproduction in sheep. Butterworths, Inglaterra, 1984; 25 – 38.
36. Trenkle A., Marple D. N. Growth and development of meat animals. Journal Animal Science. 1983; 57: 273 – 283.
37. Judge M. D., Aberle E. D., Forrest J. C., Hedrick H. B. y Merkel R. A.. Principles of meat science. Hunt Publishing. USA. 1988; 11 – 80.
38. Owens F. N., Dubeski P. y Hanson C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. Journal Animal Science. 1993; 71: 3138 – 3150.
39. Black J. L. Crecimiento y desarrollo. En: Haresing W. Producción ovina. AGT Editors S. A. México. 1989; 23 – 55.
40. Owens F. N., Donald R. G., David S. S. y Coleman S. W. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. Journal Animal Science. 1995; 73: 3152 – 3172.
41. Fraser A. Stamp J. T. Sheep husbandry and disease – Growth and development, 6ª ed. BSP Professional BooSK. England, 1989; 108 – 111.
42. Caravaca R. F., Castel G. H., Guzmán G. J., Delgado P. M., Mena G. Y., Alcalde A. M. y Gonzales R. P. Bases de la producción animal, 1ª reimpresión, Universidad de Sevilla, España. 2005; 213 – 228.

43. Figueredo B. L. y Iser T. M. Los ovinos: una producción de bajos insumos. *Revista Electrónica Veterinaria, Cuba*. 2005; 9: 1 – 19.
44. Bauman D. E., Eisemann J. H. y Currie W. B. Hormonal effects on partitioning of nutrients for tissue growth: role of growth hormone and prolactin. *Federation Proc.* 1982 (41) 2538 – 2544.
45. Prior R. L. y Smith S. B. Hormonal effects on partitioning of nutrients for tissue growth: role of insulin. *Federation Proc.* 1982; 40: 2545 – 2549.
46. Murray J. D. y Oberbauer. Growth hormonal manipulation and growth promotants in sheep. In: Speedy A. W. *Progress in sheep and goat research*. CAB INTERNATIONAL. England, 1992; 217 – 225.
47. SAGARPA, 2006. NMX-FF-106-SCFI-2006, Productos pecuarios -carne de ovino en canal: clasificación. SAGARPA, Disponible en: http://www.sagarpa.gob.mx/_Dgg/NOM/NMX-106-scfi-2006.pdf Consultado: Junio 2009.
48. Ruiz de Huidobro F., Miguel E., Cañeque V., Velasco S. Conformación, engrasamiento y sistemas de clasificación de la canal ovina. En: Cañeque V. y Sañudo C, *Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto en los rumiantes*, Monografías INIA: Serie ganadera 3, 2005; 143 – 178.
49. Vergara P. H. Características del crecimiento y de la calidad de la canal de corderos de raza manchega (Tesis). Universidad de Castilla – La Mancha, España, 1996; 33 – 65.
50. Sañudo A. C. Calidad de la canal y de la carne en ovinos. Factores que la determinan. Memoria del Simposium internacional de producción de carne ovina. Universidad autónoma de Chapingo, Texcoco, Edo. México. 2008.
51. Colomer-Rocher F., Delfa R., Sierra I. Métodos normalizados para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales ovinas producidas en el área mediterránea, según los sistemas de producción. España, Cuadernos INIA 17, 1988; 19-41.
52. Bocard R., Dumont B. L. y Lefebvre J. Étude de la production de la viande chez les ovins. X. Relations entre la composition anatomique des deferentes regions corporelles de l'agneau. *Annuaire de Zootechnie*. 1976; 25 (1): 95 – 110.
53. Luaces M. L., Calvo C., Fernández B., Viana J. L. y Sánchez L. Ecuaciones predictoras de la composición tisular de las canales de corderos de raza Gallega. *Archivos de Zootecnia*. 2008; 57 (217): 3 – 14.
54. Thompson J. M. y Ball A. J. Genetics of meat quality. En: Piper L. y Ruvinsky A. *The genetics of sheep*. Cab. International. USA, 1997,
55. Sayas E., Fernandez J. Ultra estructura e histología. En: Hui Y., Guerrero I., Rosmini M. *Ciencia y tecnología de las carnes*. Limusa Noriega Editores. México 2006. 89 – 110.

56. Hood R. L. Relationships among growth, adipose cell size and lipid metabolism in ruminant adipose tissue. *Federation Proc.* 1982; 41: 2555.
57. Hausman G. J. y Richardson R. L. Adipose tissue angiogenesis. *Journal Animal Science.* 2004; 82: 916 – 924.
58. Miner J. L. The adipocyte as an endocrine cell. *Journal Animal Science.* 2004; 82: 935 – 941.
59. Loveridge N. Bone: More than a stick. *Journal animal science,* 1999; 77 Suppl. 2: 190 – 196.
60. Aguilar G. J., Becerril H. M., Mota R. D. y Guerrero L. I. Calidad de la carne de ovino en relación con el estrés por transporte. Memoria del Simposium internacional de producción de carne ovina. Universidad Autónoma de Chapingo, Texcoco, Edo. México. 2008
61. Ruiz de Huidobro F., Sancha J. L., Cantero M. A., Cañeque V., Velasco S., Manzanares C. Características instrumentales y sensoriales de la carne de corderos lechales de raza talaverana. *Investigación agropecuaria, Producción y sanidad animal.* 1998; 13 (1, 2 y 3): 21- 29.
62. Teixeira A., Batista S., Delfa R. y Cadavez V. Lamb meat quality of two breed whit protected origin designation. Influence of breed, sex and live weight. *Meat Science.* 2005; 71: 530 – 536.
63. Casaya R. T. y Partida P. J. Efecto del clorhidrato de zilpaterol sobre la calidad de la carne en corderos cruzados de Katahdin x Dorper y Katahdin x Charollais. Memoria de la XLV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, Coahuila, México; 250. 2009.
64. Zimerman M. pH de la carne y factores que lo afectan. En: Sañudo A. C. y González C. Aspectos estratégicos para obtener carne ovina de calidad en el cono sur americano. Tandil, Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires. 2008.141 – 153.
65. Garrido M. D., Bañón S. y Álvarez D. Medida del pH. En: Cañeque V. y Sañudo C, Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto en los rumiantes, Monografías INIA: Serie ganadera 2005.3, 206 – 225.
66. Albertí P., Panea B., Ripoll G., Sañudo A. C., Olleta J. L., Hegueruela I., Campo M. M. y Serra X. Medición del color. En: Cañeque V. y Sañudo C. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto en los rumiantes, Monografías INIA: Serie ganadera 3, 2005.216 – 236.
67. Hunter Lab. Principios básicos de medida y percepción de color. Información técnica. Hunter lab. 2001.

68. Pla T. M. Capacidad de retención de agua. En: Cañeque V. y Sañudo C. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto en los rumiantes, Monografías INIA: Serie ganadera 3, 2005.243 – 250.
69. Nute G. R., Richardson R. I., Wood J. D., Hughes S. I., Wilkins R. G., Cooper S. L. y Sinclair L. A. Effect of dietary oil source on the flavor and the color and lipid stability of lamb meat. *Meat Science*. 2007; 77: 547 – 555.
70. Hoffman L. C., Muller M., Cloete S. W. P. y Schmidt D. Comparison of six crossbred lamb types: sensory, physical and nutritional meat quality characteristics. *Meat Science*. 2003; 65: 1265 – 1274.
71. Oliván M., Martínez-Cerezo S., Panea B. y Osorio K. Determinación de la composición química de la carne: humedad, cenizas, grasa, proteína y colágeno. En: Cañeque V. y Sañudo C, Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto en los rumiantes, Monografías INIA: Serie ganadera 3, 2005.259 – 273.
72. Calkins C. R. y Hodgen J. M. A fresh look at meat flavor. *Meat Science*, 2007; 77: 63 – 80.
73. Duckett S. K. and Kuber P. S. Genetic and nutritional effects of lamb flavor. *Journal of animal science*. 2001; 79: E249-E254.
74. Reid D. H., Young O. A. y Braggins T. J.. Mutton flavour. *Chemical aspects of sheep meat flavour*. *Meat focus international*. 1993, april, 179 - 181.
75. Wood J. D., Richardson R. I., Nute G.R., Fisher A. V., Campo M. M., Kasapidou E., Sheard P. R. y Enser M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat science*. 2003; 66: 21 – 32.
76. Beltran J. A. y Roncalés P. Determinación de la textura. En: Cañeque V. y Sañudo C, Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto en los rumiantes, Monografías INIA: Serie ganadera 3, 2005; 237 – 242.
77. Luciano F. B., Anton A. A. y Rosa F. C. Aspectos bioquímicos de la terneza de la carne. Una revisión breve. *Archivos de Zootecnia*. 2007; 56 (R): 1 – 7.
78. Hwang H. I., Devine E. E. y Hopkins D. L. The biochemical and physical effects of electrical stimulation on beef and sheep meat tenderness. *Meat Science*, 2003; 65: 677 – 691.
79. Bianchi G., Betancur O. y Sañudo A. C. Efecto del tipo genético y del tiempo de maduración sobre la terneza de la carne de cordero pesado. *Agrociencia*, 2004; VIII(1):41 – 50.
80. García E. Modificación al sistema de clasificación climático de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la Republica Mexicana. 5ª edición, UNAM, México. 2004.

81. INAFED. Enciclopedia de los Municipios de México: Querétaro – Colón. http://www.e-local.gob.mx/wb/ELOCAL/ELOC_Enciclopedia Consultado: Enero, 2011.
82. Honikel K. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*. 1998; 49(4): 447–457.
83. Association of official analytical chemists (AOAC). Official methods of analysis. 17^a ed, AOAC, USA. 2000.
84. Guerrero L. Panel entrenado. En: Cañequé V. y Sañudo C, Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto en los rumiantes, Monografías INIA: Serie ganadera 3, 2005.397-408.
85. Campo M. Consumidores. En: Cañequé V. y Sañudo C, Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto en los rumiantes, Monografías INIA: Serie ganadera 3, 2005. 409-422.
86. National Research Council. Nutrient requirements of sheep 6th ed Washington, D. C. USA: National Academy Press; 1985.
87. Osikowski M. y Borys B. Effect on production and carcass quality characteristics of wether lambs of crossing Black-headed mutton, Ile de France and Texel rams with Polish Merino ewes. *Livestock Production Science*. 1976 3: 343 – 349.
88. Partida P. J., Braña V. D. y Martínez R. L. Desempeño y propiedades de la canal en ovinos Pelibuey y sus cruzas con Suffolk o Dorset. *Técnica Pecuaria México*. 2009; 47 (3): 313 – 322.
89. Osorio A. J. y Montaldo V. H. H. Efecto de cruzamiento de la raza de semental con ovejas locales sobre características de peso al nacimiento y al destete en la región central de México. En memorias de V Congreso de especialistas en Pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos. Mendoza, Argentina, 2007.
90. Momani S. M., Abdullah A. Y., Kridli R. T., Blaha J., Sada L., Sovják R. Fattening performance and carcass value of Awassi ram lambs, F₁ crossbreds of Romanov x Awassi and Charollais X Awassi in Jordan. *Czech Journal Animal Science*. 2002; 47 (10): 429 – 438.
91. Schoeman S. J. y Burger. R. Performance of Dorper sheep under accelerated lambing system. *Small Ruminant Research*. 1992; 9: 265 – 281.
92. Schoeman S. J. A comparative assessment of Dorper sheep in different production environments and systems. *Small Ruminant Research*. 2000; 36: 137- 146
93. Horton G. M. J. y Burgher C. C. Physiological and carcass characteristics of Hair and wool breeds of sheep. *Small Ruminant Research*. 1992; 7: 51 – 60.

94. Cloete J. J. E., Cloete S. W. P., Olivier J. J. y Hoffman L. C. Terminal crossbreeding of Dorper ewes to Ile de France, Merino Land-sheep and SA Mutton Merino sires: Ewe production and lamb performance. *Small Ruminant Research*. 2007; 69: 28 – 35.
95. Snowden G. D. y Duckett S. K. Evaluation of the South African Dorper as a terminal sire breed for growth, carcass and palatability characteristics. *Journal Animal Science*. 2003; 81: 368 – 375.
96. Leymaster K. A. y Jenkins T. G. Comparison of Texel and Suffolk – sired crossbred lamb for survival, growth, and compositional traits. *Journal Animal Science*. 1993; 71: 859 – 869.
97. Bianchi G., Garibotto G., Betancur O., Feed O., Franco J., Peculio A., y Sañudo C. Características productivas y calidad de la canal y de la carne en corderos pesados Corriedale y Hampshire Down x Corriedale. *Revista Argentina de Producción Animal*. 2005; 25: 75 – 91.
98. Santos L. E., Bueno M. S., Cunha E. A. y Nieto M. J. L. Comportamiento productivo y características de la canal de corderos Santa Inés y sus cruzamientos con razas especializadas para la producción de carne. Memoria de la XXVI Jornada Científica y V Internacionales de la sociedad española de ovinocultura y Caprinocultura, SEOC. Sevilla, España. 2001; 294 – 300.
99. Burke J. M. y Apple J. K. Growth performance and carcass traits of forage-fed hair sheep wethers. *Small Ruminant Research*. 2007; 67: 264 – 270.
100. Defossé A., Salgado E., Ababile F., Frey A., Castro L., Cesa A., Battro P., Vitezica Z. Comportamiento productivo de corderos Texel x Frisón, Frisón x Texel y sus cruza. *Revista Argentina de Producción animal*. 1998; 18: (supl 1) 299
101. Ekiz B., Yilmaz A., Mustafa O., Kaptan C., Hanoglu H., Erdogan I. y Yalcintan H. Carcass measurement and meat quality of Turkish Merino, Ramlic, Kivircik, Chios and lambs raised under an intensive production system. *Meat Science* (In press). 2009; doi:10.1016/j.meatsci.2008.12.001
102. Gutiérrez J., Rubio M. S. y Méndez R. D. Effects of crossbreeding Mexican Pelibuey sheep with Rambouillet and Suffolk on carcass traits. *Meat Science*. 2005; 70: 1 – 5.
103. Gibson L.L., Croken G., Burbidge-Boy C. M. The effects of sire breed on carcass quality and sensory traits of lamb: A final report to the Alberta Sheep and Wool Commission. Agriculture and Agri-Food Canada. 2006 11, 1 – 27.
104. Johnson P. L., Purchas R. W., Mc Ewan J.C. y Blair H. T. Carcass composition and meat quality differences between pasture-reared ewe and ram lambs. *Meat Science*, 2005; 71: 383 – 391

105. Notter D. R., Greiner S. P. y Wahlber M. L. Growth and carcass characteristics of lambs sired by Dorper and Dorset rams. *Journal Animal Science*. 2004; 82: 1323 – 1328.
106. Bunch T. D., Evans R. C., Wang S., Brennand C. P., Whittier D. R., Taylor B. J. Feed efficiency, growth rates and carcass evaluation of lambs of various hair x wool sheep crosses. *American Society of Animal Science*. 2003; 54.
107. Crouse J. D., Busboom J. R., Field R. A. y Ferrel C. L. The effects of breed, diet, sex, location and slaughter weight on lamb growth, carcass composition and meat flavor. *Journal Animals Science*, 1981 (53) 376 – 386.
108. Rubio M. S., Torres N., Gutiérrez J., Méndez R. D. Composition and sensory evaluation of lamb carcasses used for the traditional Mexican lamb dish: Barbacoa. *Meat Science*. 2004; 67 (2): 309 – 317.
109. Bianchi G., Garibotto G., Feed O., Betancur O. y Franco J. Efecto del peso al sacrificio sobre la canal de la canal y de la carne de corderos Corriedale puros y cruza. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 2006; (38) 2: 161 – 165.
110. Bores Q. R., Velázquez M. A. y Heredia A. M. Evaluación de razas terminales en esquemas de cruce comercial con ovejas de pelo F1. *Técnica Pecuaria México*. 2002. 40 (1), 71 – 79.
111. Caro T. W., Olivares E. A., y Araya A. E. Relación entre el peso de sacrificio y composición de la canal en corderos Suffolk. *Agro Sur*. 1999; (27) 2: 127 – 131.
112. Dawson L. E. R., Carson A. F. y Moss B. W. Effects of crossbred ewe genotype and ram genotype on lamb meat quality from the lowland sheep flock. *Journal of Agricultural Science*, 2002;139: 195 – 204.
113. Perlo F., Bonato P., Teira G., Tisocco O., Vicentin J., Pueyo J. y Mansilla A. Meat quality of lamb produced in the Mesopotamia region of Argentina finished on different diets. *Meat Science*. 2008; (79) 3: 576 – 581.
114. Ramírez B. E., Hernández C. L., Guerrero L. I. y Hernández C. L. M. Calidad de la carne y análisis sensorial en ovinos de pelo y lana provenientes de engorda intensiva en México. *Memoria del V Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos*. Mendoza, Argentina. 2007.
115. Santos-Silva J., Mendes I. A., Bessa R. J. B. The effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. 1. Growth, carcass composition a meat quality. *Livestock Production Science*. 2002; 76: 17 – 25.
116. Hopkins D. L. y Fogarty N. M. Diverse lamb genotypes: 2. Meat Ph, colour and Tenderness. *Meat Science*. 1998; (49) 4: 477 – 488.

117. Safari E., Fogarty N. M., Ferrier G. R., Hopkins L. D. y Gilmour A. Diverse lamb genotypes. 3. Eating quality and the relationship between its objective measurements and sensory assessment. Meat science. 2001; 57: 153 – 159.
118. SAS Institute Inc. 2003. Software for SAS User's Guide: Statistics, SAS 9.1.3 for Windows. SAS Institute Inc Cary, NC, USA. 2003

ANEXOS

Anexo 1. Formulaciones alimenticias para cordero en crecimiento y finalización

Dieta integral 1 (con rastrojo de maíz)

Ingrediente	Inclusión (%)
Sorgo entero	23.625
Sorgo molido	23.625
Soya	4.000
Melaza	20.000
Rastrojo maíz	9.000
Alfalfa achicalada	10.000

Canola	6.500
Premezcla mineral	3.190
Urea en premezcla	0.060
TOTAL	100

Dieta integral 2 (con pata de sorgo)

Ingrediente	Inclusión (%)
Sorgo entero	25.5
Sorgo molido	25.5
Soya	4.8
Melaza	14
Pata de sorgo	8
Alfalfa achicalada	9.2
Canola	10
Premezcla mineral	2.946
Urea en premezcla	0.054
TOTAL	100

Anexo 2. Especificaciones para la clasificación de la canal de ovino con base en la grasa de cobertura y conformación (NMX-FF-106-SCFI-2006)

CORDEROS LIVIANOS			
Grasa	CONFORMACIÓN		
	EXCELENTE	BUENA	DEFICIENTE
1-3 mm	MEX EXT	MEX 1	MEX 2
4-6 mm	MEX 1	MEX 1	MEX 2
7-10 mm	MEX 2	MEX 2	MEX 2
Mas de 10 mm	F/C	F/C	F/C
CORDEROS PESADOS			
Grasa	CONFORMACIÓN		
	EXCELENTE	BUENA	DEFICIENTE
3-6 mm	MEX EXT	MEX 1	MEX 2
7-10 mm	MEX 1	MEX 1	MEX 2
11- 15 mm	MEX 2	MEX 2	MEX 2
Mas de 15 mm	F/C	F/C	F/C
BORREGO PRIMAL			
Grasa	CONFORMACIÓN		
	EXCELENTE	BUENA	DEFICIENTE
5-10 mm	MEX 1	MEX 2	F/C
11-15 mm	MEX 2	MEX 2	F/C
Mas de 15 mm	F/C	F/C	F/C
BORREGO ADULTO			
Grasa	CONFORMACIÓN		
	EXCELENTE	BUENA	DEFICIENTE
5-15 mm	MEX 2	F/C	F/C
Mas de 15 mm	F/C	F/C	F/C

Anexo 3. Características de los consumidores participantes en el análisis sensorial de la carne.

Tipo de Consumidores

	Mujeres			Hombres			
	Nivel de estudios						
Edad	Básico o menor	Bachiller/técnico	Superior/posgrado	Básico o menor	Bachiller/técnico	Superior/posgrado	TOTAL
21 a 35	4	1	20	3	2	26	56
36 a 50	0	2	4	0	0	8	14
> 50	1	0	1	0	1	2	5
TOTAL	5	3	25	3	3	36	75

Anexo 4. Formato de evaluación sensorial de la carne.

EVALUACIÓN DE CARNE DE CORDERO

Sexo: F / M Edad: _____ Ocupación: _____

Hay 4 muestras de carne de cordero numeradas en su plato. Tome la primera de ellas y anote su número en la línea (Número de muestra). Beba un poco de agua para enjuagar su paladar y pruebe la carne masticando muy despacio y sin pasarla. ELIJA SOLO UNA OPCIÓN de respuesta por cada pregunta. Antes de empezar con el segundo sobre numerado coma una galleta y tome agua. Gracias por su participación y tiempo dedicado a esta degustación.

NO. MUESTRA _____ _____ _____ _____

¿Cómo le gusta el SABOR de la muestra?

No me gusta mucho	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ni mucho ni poco	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me gusta mucho	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¿Cómo le gusta la SUAVIDAD de la muestra?

No me gusta mucho	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ni mucho ni poco	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me gusta mucho	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¿Cómo le gusta la JUGOSIDAD de la muestra?

No me gusta mucho	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ni mucho ni poco	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me gusta mucho	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

En general ¿cómo califica la muestra?

No me gusta mucho	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-------------------	---	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ni mucho ni poco	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me gusta mucho	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
