



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC  
LICENCIATURA EN INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

# TESIS

**PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA CALIDAD DE  
LA CARNE DE OVINOS DE PELO FINALIZADOS EN UN SISTEMA  
SILVOPASTORIL VS CORRAL**

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO  
AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

MENDOZA GARCIA ALEJANDRO

LOPEZ BAUTISTA HUBERT

DIRECTORA

DRA. FRANCISCA AVILES NOVA

ASESOR

DRA. VIANEY COLIN NAVARRO

Temascaltepec México, Noviembre de 2018.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la oportunidad de vivir y concluir una carrera profesional

A mis padres por su gran esfuerzo ya que sin su apoyo, todo esto no hubiera sido posible

A mi directora de tesis la Dra. Francisca Aviles Nova porque gracias a su ayuda y paciencia logre terminar el presente trabajo

A mis asesores DR. Vianey Colin Navarro por su apoyo incondicional durante el trabajo de investigación

A mis revisores el ING. Luis Manuel Rios Garcia y el ING. Froilán De Paz González.

## **DEDICATORIAS**

A mis padres:

Con todo mi cariño a ustedes que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome,

A mis hermanos:

Que con sus consejos me han ayudado afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de la vida

A esas personas importantes:

Que en mi vida, siempre estuvieron listas para brindarme toda su ayuda y ahora me toca regresar algo de todo lo inmenso que me han otorgado.

Alejandro

## INDICE

I. INTRODUCCIÓN .....	9
II. JUSTIFICACIÓN .....	12
II. OBJETIVOS .....	14
3.1. Objetivo general .....	14
3.2. Objetivos específicos.....	14
IV. HIPÓTESIS .....	15
V. REVISIÓN DE LITERATURA .....	16
5.1. La ganadería en pastoreo.....	16
5.2. Producción ovina en el mundo .....	17
5.2.1. Producción ovina en México.....	18
5.2.2. Características de los carneros de carne .....	19
5.3. Sistemas de producción ovina .....	20
5.3.1 Producción ovina en pastoreo.....	20
5.3.2. Producción ovina en corral .....	23
5.4. Sistemas silvopastoriles (SSP).....	25
5.4.1. Oferta y calidad nutritiva del forraje en SSP .....	25
5.4.2 <i>Leucaena leucocephala</i> (guaje).....	26
5.5. Producción de carne en SSP.....	28
5.6. Características y calidad de la canal ovina .....	30
5.7. Generalidades de las canales .....	31
5.7.1. Canal ovina .....	31
5.7.2. Composición de la canal.....	32
5.7.3. Composición anatómica. ....	33
5.8. Calidad de carne ovina en SSP.....	33
5.9. Definición de pH y factores que lo afectan.....	34
5.9. Definición de color y factores que lo afectan .....	37
5.9.1 Métodos colorimétricos.....	38
5.9.2. Consideraciones al evaluar el color de la carne.....	39
5.11.1 Método de esfuerzo al corte.....	39
5.12. Factores ante mortem que afectan el rendimiento y las características de la canal.....	42
Raza .....	42
Sexo.....	43
5.13. Maduración post-mortem sobre el proceso de conversión del músculo en carne.....	43

5.14. Fases de la transformación del músculo vivo en carne para consumo. ....	44
5.15. Importancia de la temperatura de refrigeración sobre la maduración de la carne.....	45
<b>VI. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>47</b>
6.1. Ubicación de la unidad experimental.....	47
6.2. Ovinos en el Sistema silvopastoril con <i>Leucaena</i> y Mulato II. ....	48
6.2.1 Manejo de los ovinos .....	48
6.2.2. Manejo de los ovinos en el SSP .....	49
6.3. Manejo de los ovinos alimentados en corral .....	50
6.4. Sacrificio y características de la canal .....	52
6.5. Análisis pH y Color de la carne .....	53
6.6. Modelo estadístico .....	56
<b>VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>57</b>
7.1 Comportamiento productivo .....	57
7.1.1 Ganancia de peso (GDP)(g/día) .....	57
7.2 Características de la canal.....	57
7.2.2 pH de la carne .....	59
7.3. Rendimiento de a canal .....	59
<b>VIII. CONCLUSIONES .....</b>	<b>61</b>
<b>IX. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>62</b>
<b>X. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA .....</b>	<b>63</b>
<b>XI. ANEXOS.....</b>	<b>70</b>

## INDICE DE FIGURAS

Ilustración 2 Raza Black belly.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 1 Ubicación del Rancho Salitre del centro Universitario UAEM.....	47
Ilustración 2 Toma satelital del sitio experimental y praderas del sistema silvopastoril en rancho salitre del centro universitario UAEM Temascaltepec ..	47
Ilustración 3 Identificación de los animales y separación por tratamiento.....	48
Ilustración 4 borregos finalizados en corral.....	49
Ilustración 5 callejones del sistema solvopastoril con L. leucocephala.....	50
Ilustración 6 Ofrecimiento de la dieta base en el corral.....	52
Ilustración 7 Pesaje de los animales antes del sacrificio de los animales.....	53
Ilustración 8 Sacrificio de los animales en el municipio de capulhuac estado de México .....	54
Ilustración 9 Medición del pH del canal.....	54
Ilustración 10 Determinación del pH en laboratorio.....	55

## RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar los parámetros productivos y características de la calidad de la carne de ovinos de pelo finalizados en un sistema silvopastoril vs corral, en el Rancho Universitario El Salitre en San Simón de Guerrero, México. El experimento duró 60 días se realizó en el Rancho del Centro Universitario UAEM-Temascaltepec, México. Se utilizaron 30 corderos (Dorper x Kathdin) de  $20 \pm 1$  kg, se distribuyeron al azar 15 por tratamientos. T1: ovinos finalización en corral y T2: ovinos en el SSP. Se estimó la ganancia diaria de peso (GDP), ganancia total de peso (GTP), consumo de materia seca y características de la canal: color y pH. El consumo de materia seca (CMS) fue medido al inicio del experimento (30 d) y al final del experimento (60 d), utilizando 1 g de marcador externo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) por ovino, el cual se proporcionó durante un periodo de adaptación de 7 d y en los 5 d posteriores se tomaron muestras de heces directamente del recto a las 0800 y 1600 h. Al final del experimento todos los ovinos de cada tratamiento fueron transportados y sacrificados en un obrador de carne ubicado en el municipio de Capulhuac, Estado de México. Los animales se pesaron antes del sacrificio (PVS) y después del sacrificio para obtener el peso de la canal caliente (PCC) y su rendimiento (RCC), posteriormente, las canales fueron refrigeradas a  $4^\circ\text{C}$  durante 24 h y se pesaron para obtener el peso de la canal fría (PCF). El pH y el color se midió en la canal en la doceava costilla del *Longissimus dorsi* del lado izquierdo. El color de la carne se midió con un colorímetro (Minolta Chroma Meter CR-200). El pH se mide con un potenciómetro equipado con un electrodo de penetración (modelo HANNA HI 99163). Se utilizó un diseño completamente al azar para GDP y CMS, y se analizaron con PROC MIXED, La calidad de la carne se analizó a través de PROC GLM (SAS Instituto Inc. 2004) y la comparación de medias se realizó con la prueba de Turkey ( $p < 0.05$ ). La GDP y las características de la canal y la carne no presentaron diferencias ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos. El comportamiento productivo y las características de la canal de los ovinos finalizados en el SSP con *Leucaena leucocephala* fue similar a la de los ovinos finalizados en corral, por tanto la producción de ovinos en el sistema silvopastoril es una alternativa viable, ya que no se compromete

su crecimiento ni afecta la calidad de la carne (pH y color) y ofrece ser una alternativa para la producción de ovinos en la región sur del Estado de México.

**Palabras clave:** ovinos, canal, calidad, alimentación, pasto

## I. INTRODUCCIÓN

En los países en desarrollo, la ganadería y la agricultura deben someterse a una transformación importante para responder a los retos relacionados con la seguridad alimentaria y la respuesta al cambio climático. Las proyecciones basadas en el crecimiento de la población y los esquemas de consumo alimentario indican que el cambio climático reducirá, con toda probabilidad la productividad, la estabilidad de la producción y los ingresos agrícolas en algunas zonas que ya tienen niveles altos de inseguridad alimentaria. Por lo tanto, desarrollar una ganadería y agricultura climáticamente inteligentes es crucial para lograr las metas de seguridad alimentaria y de cambio climático (FAO y GIZ, 2012).

Para el desarrollo de la ganadería sustentable es necesario establecer sistemas de producción basados en el aprovechamiento de recursos locales y características naturales y económicas de cada región. En este sentido, es necesario que las estrategias se dirijan de manera integrada para obtener resultados rápidos y eficientes, que tiendan hacia una ganadería competitiva (Solorio *et al.*, 2009). El establecimiento de sistemas silvopastoriles (SSP) es una alternativa, se caracterizan por tener mayor producción y calidad forrajera destinada a la alimentación animal (Murgueitio Y Solorio, 2008; Murgueitio *et al.*, 2011). Las combinaciones dentro de un SSP incluyen árboles de leguminosas y otras especies forrajeras, pastos de corte y árboles maderables (Bautista *et al.*, 2011).

En estos SSP destaca la asociación de *Leucaena leucocephala* con otras especies forrajeras, principalmente gramíneas, debido a que esta leguminosa tiene altos rendimientos y un elevado valor nutritivo; además, en la alimentación de rumiantes, puede usarse de forma eficiente bajo manejo de corte o pastoreo (Richardson, 2009).

Murgueitio *et al.* (2014) indicaron que los SSP son una herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático, su establecimiento contribuye a reducir los efectos negativos del ganado en pastoreo al medio ambiente. Ramírez *et al.* (2009) consignaron que los SSP pueden ser estrategias de manejo para mitigar el impacto de la producción pecuaria sobre suelos degradados por el sobrepastoreo, concluyendo que la incorporación de los SSP reduce el impacto negativo hacia el suelo y se recupera la productividad del sistema en forma sostenible. Bueno y Camargo (2015) establecieron un SSP incorporando *Leucaena leucocephala*, para mejorar el contenido de nitrógeno del suelo, utilizando semillas con y sin inóculo de *Rhizobium loti*, seis meses después el contenido de nitrógeno fue mayor en el SSP (88.86 kg/ ha contenido inicial de N<sub>2</sub> y 162 kg/ha contenido final de N<sub>2</sub>).

Bacab y Solorio (2011) evaluaron la oferta de forraje, el consumo voluntario y la producción de leche de 50 vacas Suizo Americanas de aproximadamente 450 kg de peso vivo en dos unidades de producción (UP) con manejo en SSP (*Leucaena leucocephala* Cunningham asociada con *P. máximum*) donde la oferta de forraje era de 2470 kg MS ha<sup>-1</sup> pastoreo<sup>-1</sup> y de 2693 kg MS ha<sup>-1</sup> pastoreo<sup>-1</sup> comparadas contra una UP con manejo en sistema tradicional (pasto *C. plectostachyus* en monocultivo) donde la oferta de forraje era de 968 kg MS ha<sup>-1</sup> pastoreo<sup>-1</sup>; en el sistema tradicional las vacas recibieron 8 kg animal<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup> de concentrado y en el SSP 1.5 kg animal<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>; los animales se mantuvieron en la pradera por 20 h (solo se retiraban para el ordeño). La producción de leche fue de 9.0 y 9.2 L en SSP y de 10.4 L en sistema tradicional, estos resultados los atribuyen a que se suministró mayor cantidad de concentrado a los animales en la UP tradicional. Los resultados indicaron que los SSP son una opción factible y sustentable para mejorar los sistemas ganaderos, con alta oferta de forraje disponible, reducción del uso de concentrado y producciones de leche aceptables.

Para el año 2050, los sectores agrícola y pecuario, tienen el desafío de aumentar su producción en más de 60 % para alimentar al mundo (FAO, 2012); una opción que contribuye a elevar la productividad y la rentabilidad de las empresas pecuarias en el trópico, tiene que ver con las innovaciones que en la

alimentación y el manejo del ganado se están dando, mediante los diferentes tipos de sistemas silvopastoriles (SSP), los que han demostrado tener resultados más satisfactorios que los sistemas tradicionales actuales (González, 2013). Los SSP se aproximan al concepto de modelos de producción ganadera sostenible y representan una alternativa para otorgar valor agregado a la producción de leche y carne. Es evidente que en la actualidad, los sistemas de producción ganadera deben incorporar los recursos locales, para obtener más rentabilidad, derivado de los altos costos de los alimentos ricos en granos (Wanapat, 2009).

Montero *et al.* (2011) evaluaron la calidad de la canal en relación al perfil de ácidos grasos en la grasa intramuscular de toretes cruzados  $\frac{3}{4}$  Europeo vs.  $\frac{3}{4}$  Cebú en finalización en pastoreo (*Cynodon nlemfuensis*) y en corral (ración con maíz, soya y sebo). Los animales que se mantuvieron en corral con dietas integrales ingirieron mayor cantidad de ácidos grasos (84.5 g d<sup>-1</sup> palmítico, 62.0 g d<sup>-1</sup> esteárico, 105.0 g d<sup>-1</sup> oleico y 185.1 g d<sup>-1</sup> linoleico) mediante los ingredientes de la dieta en corral con respecto a los toretes que se encontraban en pastoreo (70.5 g d<sup>-1</sup>, 31.7 g d<sup>-1</sup>, 48.9 g d<sup>-1</sup> y 63.5 g d<sup>-1</sup> respectivamente), atribuyendo esta diferencia en el contenido de ácido linoleico conjugado (CLA) entre tratamientos al pastoreo en SSP el cual permite mejorar la concentración de estos ácidos grasos, al provenir directamente de la síntesis en rumen.

El objetivo del presente estudio fue evaluar los parámetros productivos y características de la calidad de la carne de ovinos de pelo finalizados en un sistema silvopastoril vs corral, en el Rancho Universitario El Salitre en San Simón de Guerrero, México.

## II. JUSTIFICACIÓN

En el sur del Estado de México la ovinocultura es una actividad pecuaria que en los últimos 10 años se ha venido desarrollando, debido al incremento en la demanda de carne de ovino para el consumo de barbacoa. El sistema tradicional de producción de ovinos en la zona es mediante el pastoreo de forrajes nativos, los cuales presentan una marcada producción estacional, lo que repercute en la disminución de la ganancia de los ovinos y en consecuencia se prolongue el periodo de finalización. El sistema de engorda de ovinos en corral utiliza dietas comerciales que incrementa los costos de producción por la demanda de insumos externos al sistema. En México en la mayoría de los sistemas ganaderos tropicales, los bajos niveles de productividad y competitividad se generan como consecuencia del agotamiento de los recursos naturales. Por lo tanto es necesario un cambio de estrategia en el manejo de la ganadería hacia sistemas más sostenibles como la integración de los sistemas agroforestales y pecuarios. El establecimiento de SSP responde a esta necesidad de reconvertir la ganadería en una actividad rentable, generadora de bienes y productos saludables e inocuos demandados por la población (carne, leche, maderas, frutas, pieles, etc.) atendiendo al bienestar animal; a su vez, los SSP son sostenibles porque aumentan la producción ganadera a través de mayor oferta de biomasa forrajera, disminuyen las emisiones de GEI y promueven una mejor productividad por animal.

La asociación de *L. leucocephala* var. Cunningham con gramíneas dentro de los SSP es actualmente es utilizada en los estados de Michoacán, Tamaulipas, Veracruz, Campeche y Yucatán, como una alternativa para la producción ovina debido a que proveen una dieta rica en nutrientes, constituyendo una opción viable por la incorporación de todos los componentes del sistema, sin dejar a un lado los múltiples servicios ambientales que se consiguen con esta asociaciones. En el sur del Estado de México, en el Rancho Universitario El Salitre de la UAEM se encuentra establecido un módulo demostrativo de un SSP con *Leucaena leucocephala* var. Cunningham en callejones donde los

resultados derivados del presente estudio, se esperan sirvan como datos valiosos para poder incrementar la eficiencia alimenticia en la producción ovina de la región.

## II. OBJETIVOS

### 3.1. Objetivo general

Evaluar los parámetros productivos y características de la calidad de la carne de ovinos de pelo finalizados en un sistema silvopastoril vs corral, en el Rancho Universitario El Salitre en San Simón de Guerrero, México.

### 3.2. Objetivos específicos

Estimar en los ovinos de cada sistema las variables:

- Color de la carne
- pH de la carne
- Consumo de alimento (g/d)
- Ganancia de peso (g/d)
- Ganancia total de peso (kg)
- Rendimiento de la canal caliente (%)
- Rendimiento de canal fría (%)

#### **IV. HIPÓTESIS**

Los parámetros productivos y las características de la calidad de la carne de ovinos de pelo finalizados en un sistema silvopastoril serán mejores comparativamente a las obtenidas en ovino finalizados en corral, en el Rancho Universitario El Salitre en San Simón de Guerrero, México.

## V. REVISIÓN DE LITERATURA

### 5.1. La ganadería en pastoreo

En el mundo, la producción animal a base de pastoreo, en su mayoría, dependen de la disponibilidad de los recursos naturales, los cuales han sufrido constantes variaciones interanuales y estacionales, que han afectado la disponibilidad del forraje, lo que representa una reducción en la producción pecuaria (Steinfeld *et al.*, 2009).

Para reducir los efectos negativos de la ganadería de pastoreo al medio ambiente, en especial a las mayores emisiones de GEI, se ha propuesto una intervención integrada que incluye reducción de la deforestación, mejoramiento de la dieta de los animales, empleo de fuentes naturales de nutrientes (fijación de nitrógeno atmosférico y reciclaje de nutrientes (Chará *et al.*, 2011).

Varios temas polémicos rodean a la producción ganadera. Se sabe que el sector pecuario produce el 9 % de las emisiones de CO<sub>2</sub> de origen antropógeno, la mayor parte de las cuales se deben a los cambios de uso de la tierra (principalmente, la deforestación) causados por la expansión de los pastizales y las superficies destinadas a la producción de forrajes. La ganadería es responsable también de la emisión de algunos gases que tienen un mayor potencial de calentamiento de la atmósfera, por ejemplo, el sector emite el 37 % del metano, el cual proviene en su mayor parte del proceso de fermentación ocurrido en la digestión entérica de los rumiantes y tiene un potencial de calentamiento global (PCG) 23 veces mayor que el del CO<sub>2</sub>, y el 65 % del óxido nitroso, cuyo PCG es 296 veces mayor que el del CO<sub>2</sub>, en su mayor parte proveniente del estiércol. La ganadería también es responsable de casi las dos terceras partes (64 %) de las emisiones de amonio, las cuales contribuyen significativamente a la lluvia ácida y a la acidificación de los ecosistemas. Estos altos niveles de emisiones hacen que existan grandes

oportunidades para mitigar el cambio climático a través de la actividad ganadera (Steinfeld *et al.* 2009).

La búsqueda de estrategias para mitigar el efecto del cambio climático ha comenzado a cobrar relevancia a nivel mundial. Existe un amplio abanico de oportunidades tecnológicas basadas en la agroforestería, agroecología, y opciones de buenas prácticas ganaderas (BPG). En el contexto de la ganadería extensiva que predomina actualmente, el aprovechamiento de la diversidad arbórea y arbustiva local es una oportunidad de fácil acceso a los productores, debido a los múltiples usos y servicios ambientales que ofrece este recurso. Existen especies de árboles nativos que cumplen funciones múltiples, tales como la producción de madera, leña, forraje, alimento, medicina tradicional y dan servicios como sombra, fertilización del suelo, y sirven de corredores biológicos al ser cultivadas en SSP para mitigar los efectos del cambio climático (Murgueitio *et al.*, 2013; Palmer, 2014).

La incorporación de estas especies en sistemas silvopastoriles (SSP) pueden representar una opción para el uso sostenido de la tierra con beneficios directos sobre el productor y el medio ambiente. Además, pueden contribuir en disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) mediante la reducción de la deforestación o degradación de los bosques, evitando fugas y mejorando las reservas de carbono, y proveer de servicios ecosistémicos múltiples a la sociedad, con lo que se promueve el desarrollo sustentable (Marinidou, 2013).

## **5.2. Producción ovina en el mundo**

La población ovina del mundo tiene un bajo crecimiento con tendencias diferentes entre continentes o regiones. De un inventario de 1, 080, 444,334 de ovinos en 2004 pasó a 1, 209, 908,142 en 2014, equivalente al 11.98% de crecimiento en el periodo. África y Asia tienen más del 70% de la población ovina. América es el continente en el que se concentra la menor cantidad de ovinos, con más de 87 millones de cabezas, que representan un 7.2% de la

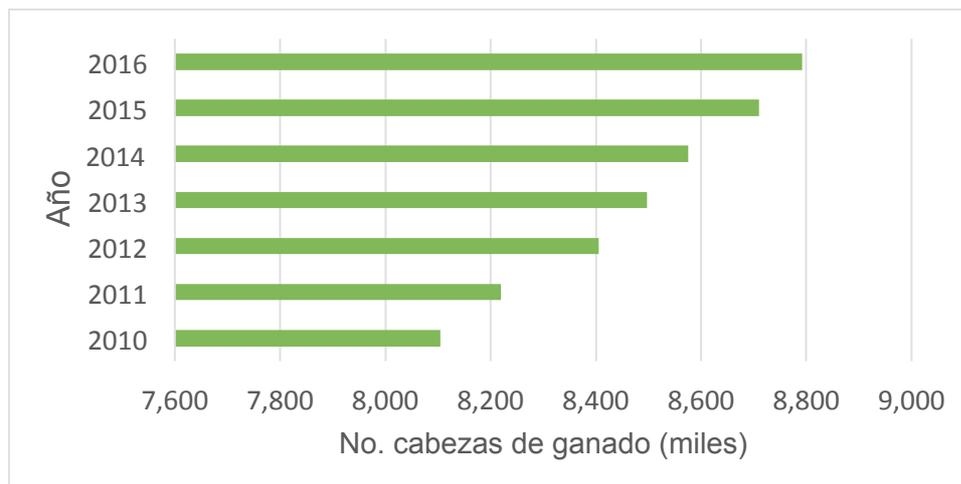
población mundial. China es el país con la mayor población de ovinos, seguido de Australia, India e Irán (SAGARPA, 2016). Si bien, los países en vías de desarrollo poseen la mayor cantidad de animales, son los países desarrollados los principales exportadores de sus productos (Australia con 71 millones y Nueva Zelanda con 33 millones de cabezas), y los que tienen mayor ventaja competitiva (Nueva Zelanda, Australia, Irlanda, Bélgica, España, Francia, Alemania, Países Bajos y Bulgaria) (Rodríguez, 2013).

Algunos aspectos que han contribuido al desarrollo de esta industria en países como Nueva Zelanda y Australia incluyen la legislación del uso de tierras, producción más intensiva, utilización de razas especializadas, desarrollo de nuevos productos y modelos de producción, eficiencia de producción, implementación de prácticas de bienestar animal, uso correcto del ambiente natural y de recursos no renovables, la calidad e inocuidad de los productos y la evaluación nutricional de los recursos alimenticios (Rodríguez, 2013).

### **5.2.1. Producción ovina en México**

La Unión Nacional de Ovinocultores (UNO), organismo que agrupa a los productores de ovinos del país, declararon que en México existe un inventario de alrededor de 8.7 millones de ovinos (figura 1). La población ovina se ha incrementado en los últimos 16 años un 2.9 % anual y el nivel de productividad ha crecido a un ritmo de 5.6 %. De igual forma la producción de carne de ovinos se ha incrementado de forma significativa, al pasar de 30 mil t en 1999 a 58 mil t en 2016 (SIAP-SAGARPA 2017).

Actualmente 10 estados concentran el 71% de la producción de carne ovina en nuestro país; estos son: México, Hidalgo, Zacatecas, Veracruz, Puebla, Jalisco, Guanajuato, Tlaxcala, Oaxaca y San Luis Potosí. Este esfuerzo ha contribuido a disminuir las importaciones de carne de ovino del extranjero y a abrir nuevas oportunidades para los productores nacionales (SIAP-SAGARPA 2017).



**Figura 1. Número de cabezas de ganado (Fuente: SIAP-SAGARPA 2017)**

### **5.2.2. Características de los carneros de carne**

Las razas ovinas productoras de carne se caracterizan por su mayor tasa de crecimiento llegando a ser animales más grandes a la misma edad con relación a razas destinadas a otros fines productivos, su carne es más magra, tienen un mayor rendimiento al beneficio y una mejor eficiencia de conversión del alimento. Estas razas ovinas tienen una baja producción de lana (2,5 a 4 Kg) y de poca finura (32 a 35 micrones) muchas son de pelo, existen tanto de clima frío como clima caliente.

La conformación responde a la de un paralelepípedo rectangular (como barril), las líneas superior e inferior deben ser paralelas rectas, lo mismo que las líneas de los costados, sin depresiones ni altibajos, un esqueleto de hueso fuertes de gran diámetro con cabeza y extremidades pequeñas. En esta especialización se busca tener una producción de carne óptima cuya tendencia es lograr el desarrollo de las regiones del cuerpo más valiosas (dorso, cuartos posteriores y el pecho). Siendo las de mayor representación a nivel mundial las siguientes: Hampshire, y razas de pelo africano. A continuación algunas razas dedicadas para la producción de carne:

### **5.3. Sistemas de producción ovina**

Para el desarrollo de la ovinocultura, México posee una orografía muy diversa, con una climatología que cambia fuertemente de un lugar a otro y con múltiples recursos naturales que son aprovechados en distintos sistemas de producción, que difieren por su grado de intensidad (intensivo, semi intensivo, extensivo) y por el nivel tecnológico que tienen (tecnificado, semi tecnificado y tradicional). Esta amplia gama en los sistemas productivos origina fluctuaciones estacionales en la disponibilidad de ganado para el abasto, y ocasiona mucha irregularidad en el tipo y la condición de los animales que se producen, lo que se ve reflejado en la calidad del producto final (Boari *et al.*, 2014).

Un sistema de producción ovino es una forma de producir ovinos, ya sea para abasto o para pie de cría, con base en una serie de prácticas bien planificadas, tales como la salud animal, la alimentación, el alojamiento, la reproducción, y la selección del pie de cría, para lograr objetivos y metas previamente establecidos. En México, los sistemas de producción ovina son ampliamente heterogéneos en estas prácticas de manejo debido a diferencias en la disponibilidad de recursos y en la habilidad de los productores para tomar decisiones en función de factores ambientales que rodean sus explotaciones ovinas.

#### **5.3.1 Producción ovina en pastoreo**

En estos sistemas la alimentación de los animales se basa en el consumo de forrajes, los cuales pueden ser nativos o introducidos, y dependiendo del tipo de clima varían las especies utilizadas y el manejo del pastoreo. Dentro de los sistemas de pastoreo existen tres versiones: intensivos, semiintensivo y extensivos.

### **5.3.1.1 Sistema de pastoreo intensivo**

En los primeros se utilizan todas las labores agrícolas necesarias (siembra, resiembra, control de plagas y malezas, irrigación y fertilización, etc.) y se hace un adecuado manejo del pastoreo mediante la utilización de cercos (perimetrales, eléctricos, vivos, etc.). los animales se lotifican por estado de fisiología y reciben un manejo sanitario, reproductivo y nutricional adecuado.

### **5.3.1.2 Sistema de pastoreo semi intensivo**

En el pastoreo semi intensivo o diversificado se aprovechan las áreas forestales (hule y maderas), las frutales (nogal, cítricos, mango, manzano, peral, etc.) u otras especies vegetales (café, agave, nopal, etc.), que se combinan con el aprovechamiento de forrajes. Los animales pastorean en las plantaciones de árboles durante la mañana y regresan a resguardarse a los corrales en la tarde; además, reciben alimentación complementaria que puede estar basada en esquilmos agrícolas y granos de cereales, o se proporciona algún concentrado comercial. También en estos sistemas se tienen algunos cuidados sanitarios y se programa el manejo reproductivo del rebaño. En ocasiones los sistemas semiintensivos combinan el pastoreo con el confinamiento en corral durante una etapa corta de finalización de los animales.

### **5.3.1.3 Sistema de pastoreo extensivo**

En México, el principal sistema de producción de ovinos es el de tipo extensivo puesto que es el más barato y fácil de practicar. Pero requiere amplias extensiones de terrenos para pastoreo para alimentar a los rebaños de ovinos, y tienen una baja inversión en la construcción de instalaciones de alojamiento y equipo para alimentar y dar de beber a los ovinos. El tamaño de los rebaños es sumamente variable, por lo que es posible encontrar rebaños de 10 a más de 200 cabezas. El objetivo de este sistema es producir corderos para la venta, a un peso vivo entre 20 y 22 kg, por lo que los vientres son el componente biológico más importante del sistema y para el productor.

La forma más barata de alimentar a un rebaño de ovinos es utilizando los agostaderos y tierras de uso común, donde crece vegetación nativa, como un recurso alimenticio. Sin embargo, el uso frecuente por los rebaños de ovinos y la alta presión de pastoreo sobre la vegetación forrajera han originado cambio de la cubierta vegetal y propiciado deterioro ecológico de muchas áreas de pastoreo reduciendo la posibilidad de alimentar apropiadamente al rebaño de ovinos. Se ha analizado por simulación de pastoreo (colectando muestras con la mano al observar a un ovino pastoreando) la cantidad de proteína y forraje digestible consumidos por rebaños de ovinos pastoreando en un agostadero dominado por hierbas de hoja ancha (54.76%) y zacates anuales y perenes (45.24%) detectándose que en la temporada de lluvias las ovejas de 40 a 80 kg de peso vivo consumen suficiente proteína para mantener su peso y una dieta sin problemas de aprovechamiento de los constituyentes fibrosos fuentes de energía para los rumiantes. Sin embargo, en la temporada de secas las hierbas de hoja ancha, especialmente las leguminosas han desaparecido y solo permanecen los zacates perenes en estado senescente con un menor contenido de proteína y de bajo nivel de aprovechamiento a juzgar por su nivel de digestibilidad (47.1%).

En el pastoreo extensivo se aprovecha la vegetación nativa existente, representada, en el centro del país, por pastos y leguminosa tropical, y en el norte pastizales y matorrales de diversas especies. La calidad del forraje depende de su estado fenológico y varían con la época del año, por lo que se requiere la complementación alimenticia con suplementos minerales y esquilmos, subproductos agroindustriales o alimentos balanceados.

El sistema de producción más utilizado a nivel mundial es el extensivo, donde los ovinos pastan especies nativas en tierras comunales no aptas para la agricultura, como regiones montañosas o semidesérticas. Los animales se encuentran en un rebaño que incluye hembras, machos y crías, no cuentan con ningún control reproductivo o sanitario y el número de corderos producidos es muy bajo a casusa de enfermedades y robos. Tampoco reciben algún complemento alimenticio, en algunas ocasiones se proporcionan esquilmos o subproductos agrícolas de la región. Las instalaciones son rústicas, con poca

higiene, y para su construcción se utiliza material de la misma zona (Galaviz *et al.*, 2011).

### **5.3.2. Producción ovina en corral**

Es el sistema más intensivo y eficiente que existe, pues los animales se mantienen todo el tiempo confinado en diferentes tipos de corral, donde existen las instalaciones y el equipo necesario para su cuidado como pisos, sombra, comederos y bebederos. En esas áreas se proporciona los cuidados y la alimentación necesaria para satisfacer los requerimientos específicos de cada animal en cada etapa fisiológica de su vida productiva. En esta modalidad de producción se incluyen la cría y el desarrollo de animales para propósitos reproductivos (venta de pie de cría), así como la finalización y venta de corderos para el abasto. Por lo general este tipo de sistema se mantiene en el centro del país, cerca de los centros de consumo, y opera con animales que se producen en sus propias instalaciones o con corderos que son adquiridos en otros lugares y que se estabulan para ser finalizados durante periodo cortos de tiempo.

Para el desarrollo de una ganadería ovina sustentable es necesario establecer sistemas de producción basados en el aprovechamiento de los recursos locales, la capacidad de los pequeños productores y las características de la situación natural y económica de cada región. En este sentido, es necesario que las estrategias se dirijan de manera integral para obtener resultados rápidos y eficientes, hacia una ganadería altamente competitiva (Solorio *et al.*, 2009).

#### **5.3.2.1. Sistema de producción intensivo**

En este sistema los productores recurren a praderas cultivadas o a la alimentación en corral donde el productor proporciona una dieta elaborada con una amplia diversidad de alimentos. Los objetivos de este sistema son la cría de corderos para el rastro y para pie de cría. Para el primer caso las dietas balanceadas son necesarias para lograr altas ganancias de peso y periodos de

engorda cortos, mientras que para el segundo caso la siembra de especies forrajeras de alto rendimiento y calidad de forraje es fundamental para mantener un rebaño de ovejas de alta calidad genética para la producción de corderas y corderos para pie cría. El sistema requiere una alta inversión de capital para la adquisición del material genético, la elaboración de dietas, la siembra y mantenimiento de praderas. Los corderos utilizados en las engordas son de un peso vivo entre 18 y 22 kg, los cuales son alimentados hasta que alcanzan un peso entre 36 y 40 kg de peso vivo. Los ovinos para rastro, están alojados todo el tiempo en corrales y son alimentados con dietas balanceadas de alto valor energético y proteínico, esto con la finalidad de lograr altas ganancias diarias de peso. Los granos de cereales y de algunas leguminosas, así como subproductos de origen animal y agrícola tienen un alto valor nutritivo y sus nutrimentos son de fácil disponibilidad para los ovinos por lo que los ovinos tienen la posibilidad de expresar su potencial genético según su raza.

#### **5.3.2.2. Sistema de producción semiintensivo**

El sistema consiste en una combinación del pastoreo con la alimentación en corral para la cría de ovinos. Los rebaños de ovinos generalmente pastorean en los agostaderos, orillas de las tierras de cultivo y de caminos durante la época de lluvias, o praderas con especies forrajeras de alto valor alimenticio. En estos lugares los ovinos defolían los zacates, hierbas de hoja ancha y arbustos forrajeros. En el caso de los agostaderos el pastoreo solo es posible durante la temporada de lluvias, junio a octubre, es decir al final de la primavera y mediados del verano, cuando las plantas forrajeras crecen y hay forraje disponible para los animales en pastoreo. Así que, durante las noches cuando se alojan los rebaños el productor le proporciona rastrojo de maíz y paja de cereales como complementos alimenticios. En muchos casos los rebaños no suelen pastorear los agostaderos por la falta de forraje, durante el invierno y principios de la primavera, por lo que son alimentados con esquilmos agrícolas en combinación con granos de cereales. Este tipo de dietas generalmente carecen de suficiente proteína, por lo que es necesario incluir

alimentos proteínicos como la harina de soya, heno alfalfa o de ebo. Una alternativa para abaratar costos de alimentación sembrar ebo asociado con avena durante la temporada de lluvias. Una siembra que produzca una proporción de 55% de ebo y 45 de avena es conveniente para alimentar ovejas en mantenimiento. Esta mezcla se puede combinar con rastrojo de maíz y grano de maíz o mazorca para elaborar un alimento con suficiente proteína y energía para ovejas de 40 kg de peso vivo.

#### **5.4. Sistemas silvopastoriles (SSP)**

La intensificación ganadera con generación de servicios ambientales debe emplear principios agroecológicos que busquen elevar al máximo la eficiencia de procesos biofísicos esenciales como son la fotosíntesis en tres o cuatro estratos de vegetación, la fijación de nitrógeno y el reciclado de nutrientes con la finalidad de aumentar la producción de biomasa e incrementar el contenido de materia orgánica (MO) del suelo (Murgueitio *et al.*, 2011).

La palabra silvopastoril proviene de los vocablos silvo que significa “bosque” y pastoril que significa “herbáceo o forrajero”, ambos son los componentes primarios de los SSP, que son asociaciones de árboles o arbustos leñosos perennes, gramíneas y animales (CIPAV, 2009). Los SSP contribuyen a que la actividad ganadera reduzca sus emisiones de GEI, a través de la captura de carbono en árboles y suelos derivado del aumento en la cobertura vegetal y a la disminución de los procesos de deforestación; adicionalmente se cuenta con forrajes y pastos de mejor calidad nutricional para disminuir las emisiones de CH<sub>4</sub> a la atmosfera debido a un proceso fermentativo más eficiente a nivel ruminal (Murgueitio *et al.*, 2011)

##### **5.4.1. Oferta y calidad nutritiva del forraje en SSP**

Los árboles y arbustos en los pastizales aumentan la calidad y cantidad de forraje disponible, en estos se favorece la diversidad de especies de plantas con diferentes tipos de crecimiento y fenología dando lugar a forrajes con calidad nutricional variada, esto permite que los animales complementen su

dieta ya que hay mayores posibilidades de cubrir sus requerimientos nutricionales y alcanzar su potencial productivo (Alonso *et al.*, 2011). Esta capacidad del ganado de seleccionar una mejor dieta, no es posible en sistemas basados en el monocultivo de gramíneas.

La implementación de prácticas como el silvopastoreo, permite la integración de árboles y arbustos con la producción animal. Con este modelo, se pueden desarrollar sistemas de producción más racionales, que atiendan menos contra el equilibrio ecológico de la región tropical y que puedan mejorar el comportamiento de los rumiantes (ganancia de peso, producción de leche), la calidad de los productos de origen animal (incremento de los CLA's en carne y leche) y la rentabilidad mediante la manipulación de la fermentación ruminal (Ku Vera *et al.*, 2014).

#### **5.4.2 *Leucaena leucocephala* (guaje)**

La *Leucaena* es un árbol inerme que puede alcanzar los 20 m de altura, pero por lo general no es más que un arbusto de unos 3 m o menos, con las ramillas pubescentes, pecioladas, de 3 a 6 cm de largo, con o sin glándulas y pinnas superiores un poco más cortas que las inferiores. Foliolos uniuilateros, flores blancas globulares, axilares o terminales en su mayoría aglomeradas, de 1.5 a 3 cm de diámetro. Produce gran cantidad de semillas en casi todos los climas en que es cultivada. Las vainas frescas contienen alrededor de 70-90 % de semillas duras (Hutton, 1975).

Algunas de las características que le confieren su gran potencial productivo son: amplio rango de adaptación, habilidad para prosperar en condiciones ecológicas desfavorables y diversidad de usos que puede darse a sus productos (como fuente de leña y madera, control de la erosión del suelo, recuperación de terrenos agrícolas, conservación del suelo y agua, reforestación y capacidad para proveer sombra para otras plantas (Dijkaman, 1980).

Las hojas y las vainas de *L. leucocephala* se usan extensamente como forraje para animales rumiantes, destacándose su alto contenido (24-30 %) de proteína cruda (PC), la cual depende de la variedad y la época del año (García *et al.*, 2008), su contenido nutricional en hojas y tallos se muestra en el cuadro 2. La digestibilidad de la proteína alcanza el 63 % y la digestibilidad de la MS entre 60 y 70 % medida *in vivo* (Barros-Rodríguez *et al.*, 2012). El contenido de taninos presentes en las hojas puede ser usado como un agente antihelmíntico natural contra los nematodos gastrointestinales en los rumiantes (Alonso *et al.*, 2010).

Cuadro 2. Composición bromatológica de tallos y hojas de *L. leucocephala*.

Composición (%)	Parte de la planta	
	Hoja	Tallo
Materia seca	90.54	93.02
Proteína cruda	20.10	5.74
Hemicelulosa	5.75	--
Celulosa	12.19	--
Lignina	12.91	--
Mimosina	0.88	0.19
Energía bruta (Mcal/kg MS)	4.31	4.14

Fuente: Saavedra *et al.*, 1980

El consumo de esta leguminosa a altas densidades podría verse limitado debido al aporte excesivo de nitrógeno en la dieta, lo que ocasiona un desbalance nutricional de proteína-energía ocasionando una deficiente síntesis de proteína microbiana, y como consecuencia niveles altos de amoníaco en la sangre lo que influye en el consumo voluntario. Por otro lado, está la presencia de mimosina que es un aminoácido proteico que es abundante en algunas especies de *L. leucocephala* (Calsamiglia *et al.*, 2010). La mayor concentración de mimosina en la planta se presenta en las partes tiernas en activo crecimiento por lo que las hojas tiernas contiene dos o tres veces más concentración que las hojas maduras y el follaje tierno tres veces más que los tallos. Algunos de los síntomas causados por niveles tóxicos de mimosina incluyen pérdida de peso, caída de pelo, aborto, infertilidad, disminución de

secreción láctea, deformaciones fetales y otras anomalías (Gutiérrez, 1984).

### **5.5. Producción de carne en SSP**

El cultivo de un SSP, presenta múltiples bondades desde el punto de vista bromatológico, ecológico, y económico frente a los sistemas tradicionales cuando ambos se utilizan en la alimentación de ganado. El SSP produce 12 veces más carne que el pastoreo extensivo y 4.5 veces más que los pastos mejorados sin árboles. Para producir 10,000 t de carne se requieren casi 150,000 h de tierra en pastoreo extensivo, que además tienen un balance negativo de emisiones de CO<sub>2</sub> eq (más de 48.000 t). Por el contrario si la misma cantidad de carne se produce con SSP se requieren tan solo algo más de 12,000 h que además dan un balance de emisiones de GEI positivo en más de tres mil toneladas reducidas de CO<sub>2</sub> eq. Los SSP mantienen la humedad del suelo, reducen las altas temperaturas ambientales en los potreros y mejoran la productividad y calidad de los forrajes, además de reducir la estacionalidad de la producción de carne y leche (González y Alcaraz, 2013).

#### **Mediciones de la canal.**

Las mediciones de longitud, área de ojo del lomo, espesor de grasa dorsal y de peso en las canales, o en partes de ella, han sido ampliamente estudiadas y utilizadas como predictores de la calidad de la canal, siendo las principales razones para ello el ser de fácil aplicación práctica y de bajo costo, puesto que no implican la destrucción de la canal.

#### **Peso de la canal.**

Es un método de fácil aplicación y de bajo costo, sin embargo, para que tenga una mayor precisión predictiva se requiere de la adición de otras mediciones, como son el espesor de grasa dorsal o el área del ojo del lomo.

El peso de la canal es una característica de gran interés ya que influye en la conformación, engrosamiento, composición de tejidos y proporción de piezas, y por lo tanto incide directamente en su calidad y precio. Está directamente correlacionado con el peso de sacrificio, y este debe coincidir con el punto de madurez en el cual la raza alcanza un nivel de calidad deseable u óptima. Comercialmente el peso de la canal es el que determina el valor de la misma, ya que la industria comercializa sobre la base de precio por kilogramo. Para cada especie, sistema de producción, raza y sexo, hay un peso óptimo de sacrificio que satisface un determinado mercado.

### **Espesor de grasa dorsal y grasa pélvica renal.**

La cobertura grasa evita la desecación, influye en la ternura y jugosidad de la carne y, al menos en el caso ovino, también en aroma y el sabor (Ruiz de Huidobro *et al.*, 2005). El espesor de grasa dorsal corresponde a la grasa que rodea el músculo Largo del lomo (*Longissimus dorsi*) y se mide en su punto central con una regla milimetrada. Esta medición se utiliza como un predictor de la cantidad total de grasa que posee una canal. Es una de las medidas objetivas más utilizadas y está muy bien correlacionado con la mayoría de las variables de composición tisular de la canal y de las tres piezas fundamentales (pierna, espaldilla y costilla) (Ruiz de Huidobro *et al.*, 2005).

La determinación de la grasa pelviorrenal constituye un indicador que se utiliza como predictor, se ocupa generalmente para predecir estado de engrasamiento de la canal y su determinación puede realizarse ya sea a través del pesaje o de la apreciación visual subjetiva (Bardón, 2001). La apreciación visual se determina por observación del acumulo graso que rodea los riñones y la cavidad pelviana (Ruiz de Huidobro *et al.*, 2005).

### **Área del ojo del lomo.**

Se determina a través del cálculo del área del músculo *Longissimus dorsi*. Su valor se ocupa como estimador de la cantidad total del músculo. Por sí sola no es un buen indicador del estado magro de la canal ya que está estrechamente

relacionado con el peso de la canal, sin embargo, la combinación con el peso de la canal, espesor de grasa dorsal y grasa pelviorrenal constituyen una mejor predicción de la composición de la canal.

### **Peso del hueso metacarpiano.**

El desarrollo del hueso metacarpiano es bastante temprano en la vida del animal, respecto del resto del esqueleto. La correlación entre longitud, peso y la relación peso/longitud del metacarpo es muy buena con respecto al peso total de hueso de la canal (Ruiz de Huidobro *et al.*, 2005). Es por esto que se usa como predictor del componente óseo de la canal. El hueso metacarpiano entrega la mejor correlación con el peso del hueso de la canal. La correlación fue mayor cuando el peso de este hueso fue usado en vez del largo del hueso (Díaz *et al.*, 2004).

## **5.6. Características y calidad de la canal ovina**

El futuro de la carne de ovino es bastante promisorio ya que durante las últimas décadas su precio se ha mantenido en constante aumento. La canal es fundamental para las distintas actividades en las que se basa el mejoramiento genético: su calidad es la primera medida del producto y sirve como pauta para la selección y el mejoramiento animal. Así, la canal es el centro de atención del comercio y de los propósitos de los productores, pues es una norma útil y definida en la conversión del animal a carne (Gallo, 1992). En el mercado de carne actual hay alta demanda de carne magra (criterio utilizado por la mayoría de los consumidores para definir la calidad). La proporción de carne magra en la canal de un cordero es la primera determinante del valor y del rendimiento comercial; asimismo, esto tiene importancia en términos de eficiencia productiva, pues se requiere mucho más energía para producir un kilo de grasa que un kilo de músculo.

La clasificación de las canales ovinas según su calidad se basa en dos aspectos principales:

1. características cuantitativas: entre ellas se incluyen el peso de la canal, la composición física (porcentaje de hueso, músculo y grasa) de la canal y la distribución de los tejidos (porcentaje de músculo) en la canal.
2. características cualitativas: son las características organolépticas de la carne. Pueden ser visuales (color, forma, presentación), de sabor, aroma, jugosidad y textura entre otras. Estas se relacionan con la composición química del musculo.

## **5.7. Generalidades de las canales**

### **5.7.1. Canal ovina**

Según la norma Chilena Nch 1364 of. 2000, se define como “unidad primaria de la carne, que resulta del animal una vez sacrificado, desangrado, desollado, eviscerado, sin cabeza, sin órganos genitales y con las extremidades cortadas a nivel de la articulación carpo metacarpiana y tarso metatarsiana.

### **Calidad de canal**

La calidad se entiende como un conjunto de atributos y características que los consumidores consideran al momento de diferenciar entre productos similares. Esto implica que no existe una definición única para este concepto, ya que a nivel mundial los gustos y preferencias son diversos, por lo que cada mercado define sus propias pautas para evaluar la calidad de un producto en función del grupo de consumidores que lo constituye y de su poder adquisitivo-

La calidad de la canal podría definirse, como la resultante de la suma de las características deseadas por el consumidor, que aparentemente prefiere canales con alta proporción de músculo, suficiente cantidad de hueso y escasa cantidad de grasa. Se suman a esto condicionantes sociológicas y tradicionales que unidas a las económicas, son las determinantes del tipo de canal producida (Pérez, 2003).

Actualmente, la mayor parte de las transacciones comerciales en el mercado de la carne se realizan sobre la canal. Por ello, es importante buscar un sistema que permita determinar la calidad de las mismas, especialmente cuando los mercados son cada vez más abiertos (Ruiz de Huidobro et al, 2005).

Los criterios utilizados a nivel mundial para definir la calidad de una canal son principalmente el peso, la conformación, el engrasamiento, la proporción de piezas y la composición tisular. Algunas de estas características como el peso de la canal, su conformación y engrasamiento, se utilizan para clasificar la canal y por lo tanto para fijar su precio

Determinar la calidad tiene importancia especialmente en el caso de la carne de cordero, puesto que tras el despiece, las piezas se consumen enteras. Para determinar la composición tisular de las canales se deben utilizar métodos simples, de fácil realización, que consuman poco tiempo y no sean destructivos. Además deben permitir una adecuada estimación de su calidad (Ruiz de Huidobro et al., 2005).

Una de las mayores ventajas que proporciona el hecho de medir estructuras como predictoras, radica en que evitan la destrucción total de la canal; además son de bajo costo y fáciles de aplicar. Un único criterio de análisis de la canal animal es insuficiente, por lo tanto es la asociación de estos criterios lo que da una visión más clara acerca de la calidad de la canal (Pérez et al., 2006).

### **5.7.2. Composición de la canal**

La valoración comercial de la composición de la canal depende de la proporción de cortes que entrega y la cantidad de músculo, grasa y hueso que estos cortes proporcionen. La calidad de los animales de abasto está fundamental en la canal o técnica de despiece.

Según el método propuesto, después de separar la cola por su base, la canal es dividida en dos mitades siguiendo un eje longitudinal marcado por la columna vertebral, y serán registrados los pesos de cada una de ellas (derecha e izquierda) cuya suma debe ser el total de la canal. Se empleará la parte izquierda para el despiece. En el proceso del despiece se divide la canal en trozos en función de sus características anatómicas, que facilita la comercialización en la carnicería o supermercado.

### **5.7.3. Composición anatómica.**

El interés de conocer la composición anatómica de la canal y de sus piezas, se justifica debido a los requerimientos de los consumidores hacia carnes y piezas con una mayor proporción de carne magra, por lo tanto esta composición influye en la calidad comercial de la canal.

En el proceso de crecimiento y desarrollo de un animal, los diferentes tejidos corporales, van evolucionando siguiendo la siguiente secuencia: nervioso, óseo, muscular y adiposo. Tanto los tejidos como las regiones corporales en la especie ovina, presentan un patrón de crecimiento antero-posterior y disto-proximal.

Los principales tejidos de la carne presentan unas ondas de crecimiento desfasadas unas de otras de tal manera que la máxima velocidad de crecimiento en relación al crecimiento total del animal se producirá en distintos momentos de la vida del individuo, y dependerá de la raza y de su nivel nutritivo. Así las razas de madurez precoz depositan tanto carne como grasa antes de completarse el crecimiento de los huesos y de los órganos internos, siempre y cuando el nivel nutritivo sea alto, ya que en caso contrario se comportarían como las de madurez tardía.

## **5.8. Calidad de carne ovina en SSP**

El efecto del cambio climático producto de la inadecuada administración de los recursos naturales y el incremento de enfermedades causadas por el

sobrepeso y la obesidad que se registran en el mundo han ocasionado cambios en el estilo de vida, demanda y tipos de alimento para el consumo humano (Hodges, 2003). Los consumidores de carnes rojas buscan productos nutritivos, saludables y bajos en grasas saturadas (Muchenje *et al.*, 2009). Estas demandas a su vez se reflejan en cambios en la ganadería que está reorientando sus sistemas de producción y engorda mediante el desarrollo y la práctica de sistemas de producción sustentable para la obtención de carne a bajo costo y con el contenido de nutrientes y la calidad que demanda el consumidor (Hodges, 2003). En esta dinámica de producción se ubican los productores de los SSP que desarrollan una ganadería sustentable cuyo propósito es incrementar la disponibilidad y calidad de forrajes utilizados para la producción de carne a bajo costo y abatir el rezago social mediante el fortalecimiento de la cadena de valor de cada sistema productivo.

Se ha documentado que la carne que producen los animales engordados con dietas a base de forrajes verdes, es benéfica para la salud por la concentración de ácidos grasos mono y poli insaturados de la grasa intramuscular de la carne (Orellana *et al.*, 2009). Se conoce que el ácido oleico ayuda a la reducción de la concentración de colesterol de baja densidad en el plasma sanguíneo humano, lo que disminuye el riesgo del padecimiento de enfermedades cardiovasculares (Padre *et al.*, 2006), y los ácidos conocidos como omegas 3 y 6 son benéficos para la salud y el desarrollo humano (Muchenje *et al.*, 2009).

### **5.9. Definición de pH y factores que lo afectan**

Es uno de los principales parámetros a considerar para verificar la calidad de la carne, porque afecta varias de sus cualidades (color, capacidad de retención de agua, etc.). El pH es definido como el logaritmo negativo de la concentración de protones. Tiene una escala entre 0 y 14. Un valor de pH por debajo de 7 es considerado como ácido, y por encima de un valor de 7 se considera alcalino o también denominado básico.

El pH del músculo de animales sanos y vivos es de alrededor de 7.04. Este valor se disminuye tras la muerte del animal, principalmente, debido a la degradación del glucógeno a ácido láctico, una reacción en la que el músculo trata de producir energía en ausencia de oxígeno. Esta reacción, depende importantemente de la actividad de una serie de enzimas que son sensibles a la temperatura, por lo que es relevante considerar la temperatura del músculo al momento de hacer la medición del pH. Qué tanto tiempo haya pasado entre la muerte de un animal y el momento en que se le midió el pH, es un factor relevante, ya que la acumulación del ácido láctico normalmente continúa hasta cerca de 24 h posteriores a la muerte.

Además de la extensión total que se tenga en la caída de pH, se sabe que es también importante el conocer con qué velocidad se dio ese cambio, siendo particularmente relevante lo que sucede en las 3 primeras h post-mortem, por lo que es muy útil no solo saber el pH en un punto determinado de tiempo, sino generar curvas que describan el cambio en el pH con respecto del tiempo, normalmente se consideran 3 a 5 puntos en las 3 primeras h post-mortem, por ejemplo 30, 45, 60, 120, 180 min y el pH final a las 24 h. La variación en los valores de pH, se da por un sinnúmero de factores, algunos de ellos son intrínsecos al animal (genética, metabolismo, susceptibilidad al estrés, etc.), pero normalmente los factores más relevantes tienen que ver con el ambiente en que se manejó el animal y su canal durante las 24 h previas y posteriores al faenado.

Previo al faenado, el manejo es un factor clave, ya que un exceso de estrés provocará la sobreproducción de adrenalina, que tiende a promover la degradación de glucógeno y por ende, favorece la caída abrupta del pH (acidificación). Luego del faenado, una mala refrigeración de la canal, con temperaturas elevadas, promoverá también una rápida caída del pH.

Dependiendo de la velocidad de la disminución del pH post-mortem y del pH final alcanzado por la carne, se distinguen diferentes tipos de carne. Carne DFD (dark, firm, dry, por sus siglas en inglés) Una caída lenta del pH post-mortem, es ocasionada cuando las reservas de glucógeno en el animal son

escasas, por ejemplo, cuando ha habido un estrés crónico durante un transporte largo, con tiempos de dietado (ayuno) muy prolongados, que en cerdos equivalen a más de 24 h de dietado y en bovinos a más de 36 h, lo que además se exagera con temperaturas ambientales frías y malos manejos (estrés) antes del faenado.

Todo esto, tiende a reducir las reservas musculares de glucógeno, por lo que se presentará un menor contenido de ácido láctico en el músculo, ocasionando un pH final elevado a las 24 h post-mortem (6.0 hasta 6.8), en comparación con el pH de una carne normal (5.4 a 5.9). En músculos donde el pH tiene una disminución lenta, la carne se torna oscura, dura y seca y de ahí su nominación como carne DFD (dark, firm, dry, por sus siglas en inglés). Siendo una carne de color oscuro, será evidente el rechazo por el consumidor, ya que esto es asociado a carnes no apetitosas provenientes de animales viejos. Sin embargo, los principales problemas con una carne DFD son su alto pH y la mayor proporción de agua en el músculo, pues estos factores la hacen más susceptible a la proliferación de microorganismos, comprometiendo así su vida de anaquel.

En bovinos este defecto se refiere como Corte Oscuro (dark cutting en inglés). (Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne 9) Carne PSE (pale, soft, exudative, por sus siglas en inglés) Para el caso en el que la disminución del pH post-mortem sea acelerado y la caída del pH ocurra antes de que la carne pueda ser enfriada eficazmente, la combinación de un bajo pH y alta temperatura (arriba de 32 °C), ocasiona una desnaturalización anormal de las proteínas musculares, generando así una carne pálida, suave y exudativa, es decir PSE (pale, soft, exudative, por sus siglas en inglés). Mientras más rápido baje el pH del músculo, sus proteínas se irán acercando a su punto isoeléctrico, por lo tanto retendrán menos agua, y así se reducirá el rendimiento de carne y se afectará el color de la carne, dando una apariencia pálida. Entonces el pH final de las carnes PSE estará normalmente por debajo de 5.5.

Sin embargo, la carne puede tener apariencia PSE, y tener un pH que pareciera normal. Esto normalmente ocurre cuando la caída de pH es muy

abrupta durante la primera hora postmortem. Particularmente en el caso de los cerdos, la carne PSE se asocia a problemas de estrés agudo inmediatamente antes de la muerte del animal. Las carnes con características de PSE, representan importantes pérdidas económicas, ya que, además de que para el consumidor no presenta una apariencia atractiva, su baja capacidad de retención de agua generará una eliminación excesiva de agua

### 5.9. Definición de color y factores que lo afectan

El color de la carne fresca es el principal atributo que influye en la decisión de compra, dado que el consumidor asocia el color con el grado de frescura y calidad. En la carne, al igual que otros materiales no metálicos, al incidir un rayo de luz en su superficie se produce una reflexión difusa, esa reflexión es lo que se define como el color. Así, al incidir una luz blanca sobre una sustancia, ciertas longitudes de onda que componen esa luz blanca, serán absorbidas por la muestra, el color estará formado por la combinación de aquellas longitudes de onda que no fueron absorbidas por la sustancia.

El color percibido ha sido definido por CIE (Comisión Internationale de L'Éclairage) como el atributo visual que se compone de una combinación cualquiera de componentes cromáticos y acromáticos.

A pesar de que se tienen años trabajando con la medición de color, a nivel mundial y entre la comunidad científica, existe mucha discrepancia sobre la metodología a utilizar para medir el color.

**CUADRO 2 Color de la carne en canales ovinas mexicanas**

variable	L*	a*	b*	h*	C*
Media± DE	37.8±4.8	13.8±2.2	10.5±3.2	36.4±3.2	8.2±5.0
Rango	23.7-49.1	6.2-17.7	1.2-15.7	8.0-54.4	4.2-8.2

L\*=claridad; a\*=índice rojo; b\*=índice de amarillo; h\*=Hue o tono; C\*=Chroma o croma.

Los métodos visuales, se basan en el uso de estándares de color, de los cuales existen múltiples versiones, siendo probablemente los más conocidos los

desarrollados por AMSA (American Meat Science Association), así como las escalas japonesas. Estos sistemas son muy prácticos y se utilizan mucho en la industria. Sin embargo, muchas veces se requieren de mediciones más precisas y objetivas. En este caso, es importante recurrir a métodos colorimétricos específicos.

### **5.9.1 Métodos colorimétricos**

Para que se pueda generar el color, deben de existir primero una fuente de luz, una superficie que se ilumine y un detector que perciba e interprete lo que la muestra refleja (la luz que no fue absorbida por la muestra). En la apreciación visual, el receptor es la retina que manda a analizar las señales al cerebro donde se produce una versión subjetiva sobre la percepción del color.

Para evitar esa subjetividad, y poder producir información que sea entendible y reproducible de forma universal, se utilizan tres características físicas que definen al color.

El tono también llamado Hue se refiere al nombre del color (amarillo, rojo, azul, verde, etc.), este resulta de la suma de estímulos generados en la retina, cuando recibe impulsos con diferentes longitudes de onda. Estos colores pueden tener diferente intensidad, pudiendo ser colores muy intensos o muy débiles en términos de Saturación de color, esto se denomina Cromo. Finalmente, la Luminosidad nos indica que tan claro u oscuro es un color.

Aun definiendo éstas tres características del color, nos encontramos con el efecto de la subjetividad con que cada persona define estos términos. Por lo tanto, el uso de instrumentos que nos permitan ser objetivos, se convierte en una herramienta extremadamente útil en el laboratorio de calidad de carne.

Las técnicas instrumentales para medir color, se definen básicamente en función del proceso con el que se evalúa la luz que se recibe de la muestra. Los colorímetros evalúan la luz mediante el uso de filtros de tres o cuatro colores (longitud de onda específica), mientras que los espectrofotómetros proyectan un haz de luz monocromática sobre la muestra y miden la cantidad de luz que es absorbida en diferentes longitudes de onda, permitiendo incluso

generar curvas espectrales ya sea de absorbancia o de transmitancia (la luz absorbida o transmitida).

El espacio de color Hunter L, a, b se basa en un esquema de vectores que se representan de forma tridimensional, y que están basados en la teoría de los colores opuestos. La integran los parámetros L, a y b. L se refiere a la luminosidad y se ubica verticalmente, tomando valores de 100 (blanco) y 0 (negro); mientras que a y b, ubicados horizontalmente, no tienen límites, pero sí valores positivos o negativos. La escala de a se mueve de los valores positivos (rojo +) a los negativos (verde -); mientras que la escala va del amarillo (+) al azul (-),

### **5.9.2. Consideraciones al evaluar el color de la carne**

Al realizar la determinación de color en el músculo, el parámetro de  $L^*$  se correlaciona con el estado físico de la carne, debido al pH final del músculo, a la estructura de las fibras musculares y a la cinética implicada para establecer el rigor mortis; mientras que el tono es determinado por el estado químico del pigmento de mayor concentración en la carne, la mioglobina (Mb, de color rojo púrpura; oximioglobina, MbO<sub>2</sub>, de color rojo vivo; metamioglobina, MetMb, de color pardo). El tono en la carne fresca está relacionada con los factores post-mortem, mientras que el croma, se relaciona más con la concentración de mioglobina, que influye directamente en la saturación del color del músculo y se relaciona principalmente con los factores ante-mortem (tipo de músculo, edad, alimentación, genética, etc.) (Izquierda) y metamioglobina (derecha).

### **5.11.1 Método de esfuerzo al corte**

Para la medición de la dureza/terneza de la carne, el método más ampliamente utilizado es la determinación de esfuerzo o resistencia al corte. Dependiendo de los objetivos particulares de cada estudio, es posible evaluar la suavidad en términos de esfuerzo al corte, tanto en muestras crudas como cocinadas; particularmente en aquellos casos en donde se deseen realizar estudios de

correlación, cuando se contempla la participación de consumidores o de paneles entrenados.

La evaluación se efectúa ya sea con un equipo Warner-Brazler, o con una adaptación de un accesorio de Warner-Brazler a un texturómetro, donde se obtienen los valores de resistencia al corte (kg, N), de una muestra de carne en forma de prisma o cilindro. El corte se realiza perpendicularmente a las fibras con la ayuda de dos cuchillas, una de ellas en forma triangular. Este aparato realiza una simple medida de la fuerza máxima de corte ejercida durante la ruptura completa de la muestra.

### **Preparación de muestra para determinar el esfuerzo al corte**

a. El músculo utilizado comúnmente para la determinación del esfuerzo al corte, es el *Longissimus dorsi*, preferentemente separado en las dos partes que lo conforman, *L. dorsi lumborum*, o *L. dorsi thoracis*, localizado entre la 12<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> costilla.

b. De cada canal muestreada, se utiliza un trozo de cada músculo, libre de hueso, cortado en forma perpendicular a la dirección de las fibras musculares, y de aproximadamente 2.5 cm de espesor, al cual previamente se le remueve la grasa subcutánea o de cobertura.

Conservación a. Si el propósito de la evaluación es determinar la textura de la carne simulando las condiciones comunes de comercialización, las muestras deberán mantenerse en refrigeración durante los primeros 5 días posteriores al sacrificio, y congelarlas a partir del día 6 a -20 °C (con la mínima fluctuación posible), hasta su evaluación (3 meses como máximo).

b. Por otro lado, si el propósito de la evaluación es determinar el efecto de la maduración sobre la textura de la carne, será necesario envasar y almacenarla por al menos 14 días en condiciones de refrigeración (entre 0 y 3 °C). Una vez transcurrido este tiempo, las muestras deberán congelarse a partir del día 15

postmortem al menos a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  (con la mínima fluctuación posible), hasta su evaluación (3 meses como máximo).

c. Todas las muestras deben envasarse al vacío, ya sea durante el almacenamiento refrigerado o congelado, además de ser congelados individualmente y sin apilamiento para garantizar la congelación uniforme y rápida.

d. Previo al análisis, las muestras deberán descongelarse a una temperatura entre  $2$  a  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (en refrigeración). Considerar que para una muestra de una pulgada de espesor, el tiempo de descongelación es de aproximadamente 24 a 36 h, aunque este tiempo dependerá en gran parte de la relación entre el tamaño del corte de carne congelada y la capacidad del refrigerador.

### **Métodos de cocinado**

Uno de los principales factores que afectan la repetitividad de la prueba de esfuerzo al corte es el método de cocción utilizado. Aunque esto es muy controversial, el método más repetible que se ha probado es el cocinado en parrilla, sin embargo, otros métodos de cocción pueden ser utilizados siguiendo siempre los procedimientos establecidos, los cuales se muestran a continuación:

#### **a. Cocción en horno**

- Precalentar el horno a  $165\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Introducir el trozo de carne, previamente pesado y envuelto en papel aluminio, dentro del horno hasta que su temperatura interna alcance los  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### **b. Cocción en bolsa a baño María**

- Introducir el trozo de carne, previamente pesada, en una bolsa de plástico resistente a la cocción.
- Colocar la bolsa con la muestra en un baño de agua a  $75\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 1 h, o hasta alcanzar una temperatura interna de  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### **c. Cocción en parrilla o grill**

- Calentar la parrilla o grill a una temperatura de  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

- Introducir el trozo de carne, previamente pesado y envuelto en papel aluminio, hasta que su temperatura interna alcance los 70 °C.

En cada uno de los métodos de cocción, una vez que se ha alcanzado la temperatura interna final, se realiza lo siguiente:

- Retirar y enfriar la muestra a temperatura ambiente durante 30 min, registrar su peso.
- Mantener la muestra en una bolsa en refrigeración ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) hasta la realización del ensayo, protegiéndola de la desecación.

Con el fin de controlar la temperatura interna de la muestra se recomienda utilizar un termopar o termómetro de penetración, provisto de una sonda o termopar tipo T, introduciéndola en centro geométrico de la muestra

#### **5.12. Factores ante mortem que afectan el rendimiento y las características de la canal**

- Raza
- Sexo
- Peso corporal
- Edad cronológica
- Tipo de alimentación
- Manejo durante la cría
- Uso de promotores del crecimiento
- Condiciones previas al sacrificio
- Circunstancias durante la matanza

##### **Raza**

- Grasa (cantidad, color, patrón de deposición)
- Tamaño y peso de la canal
- Conformación
- Color del músculo

## **Sexo**

- Rendimiento
- Estado de engrasamiento
- Conformación
- Composición tisular (M>músculo-hueso)
- Perdidas por oreo > en machos
- Rendimiento en canal
- Estado de engrasamiento
- Color del músculo y la grasa a mayor peso < C\*
- Proporción de piezas de la canal (pierna y costillar)

## **Tipo de alimentación**

- Peso de la canal
- Rendimiento
- Estado de engrosamiento
- Conformación
- Color de la grasa
- Infiltración (marmoleo)(Ác. 4-metiloctanoico)

### **5.13. Maduración post-mortem sobre el proceso de conversión del músculo en carne**

La consecución de una carne de vacuno de máxima calidad organoléptica se cimienta sobre tres pilares básicos:

1. Utilizar un sistema de cría adecuado para cada tipo de animal, que tenga en cuenta los distintos factores “ante-mortem” que influyen en la calidad del producto final, como son la raza, la genética, el sexo, la edad y la alimentación, y que afectarán a las propiedades finales de la carne, fundamentalmente a la composición química, color y terneza,.

2. Realizar un manejo adecuado “pre-mortem” y “peri-mortem” del animal, es decir, desde que abandona la explotación ganadera para ser transportado hacia el matadero, hasta el momento del sacrificio y preparación de la canal. Es importante evitar factores estresantes en el traslado y durante la espera en los

corrales, antes del sacrificio, y asegurar un proceso rápido e higiénico de aturcido, sangrado, evisceración y desollado de la canal.

3. Realizar un manejo adecuado “post-mortem” de la canal, siendo fundamental una refrigeración adecuada del producto. El objetivo básico del enfriamiento de las canales es evitar la contaminación microbiana y por lo tanto mantener la calidad higiénico-sanitaria del alimento. Pero además, los efectos del enfriamiento sobre el metabolismo post-mortem del músculo son diversos y tienen gran influencia sobre la calidad final del producto.

#### **5.14. Fases de la transformación del músculo vivo en carne para consumo.**

El proceso de conversión del músculo en carne puede dividirse en tres fases la fase pre-rigor durante la cual el músculo permanece excitable; el rigor, momento en el que las reservas energéticas del músculo se agotan y se alcanza la rigidez máxima; y por último la fase post-rigor, periodo de maduración donde se produce el ablandamiento o tenderización de la carne por la acción de sistemas enzimáticos endógenos.

Fase pre-rigor: Ocurre inmediatamente tras el sacrificio del animal, debido al corte de la circulación sanguínea causada por el sangrado. Este proceso hace que se interrumpa de forma abrupta la llegada de oxígeno y nutrientes a las células, lo que provoca un cambio en el metabolismo del músculo, que debe consumir sus reservas de glucógeno a través de la glicolisis (ruta anaerobia, sin oxígeno). Esto provoca una acidificación (descenso del pH) del músculo, y una serie de cambios bioquímicos y estructurales que hacen que las fibras musculares pierdan su capacidad de contraerse y extenderse, y sufran un acortamiento sarcomérico (los sarcómeros son la unidad funcional de las fibras musculares y de ellos dependen los movimientos de contracción y relajación muscular), lo que da lugar a una tensión y rigidez muscular que conduce a la instauración del “rigor-mortis”.

Rigor-mortis: Es en este momento, cuando el músculo alcanza su grado máximo de acortamiento muscular y aparece la rigidez cadavérica o “rigor-

mortis,” cuando la carne presenta su punto de dureza máximo y también alcanza el pH final, debido al agotamiento de los recursos energéticos. El pH habrá descendido desde niveles próximos a 7 en el músculo vivo hasta niveles de 5,4-5,6, que es el punto isoeléctrico de las proteínas musculares, lo que provoca su desnaturalización y la reducción de la capacidad de retención de agua tisular, los dos fenómenos causantes de exudación (pérdida de jugo de la carne).

Fase post-rigor: maduración o tenderización de la carne: El proceso conocido como “maduración” de la carne, comprende una serie de cambios bioquímicos y estructurales que van transformando la arquitectura muscular y las características de la carne. Estos cambios se deben principalmente a la actuación de enzimas proteolíticos, que participan en la rotura de las proteínas estructurales del tejido muscular y por tanto producen un ablandamiento de la carne conocido como “tenderización”, así como a la actuación de determinados procesos oxidativos que inducen la aparición de sustancias que originan el aroma característico de la carne.

#### **5.15. Importancia de la temperatura de refrigeración sobre la maduración de la carne.**

La temperatura del músculo durante las fases pre-rigor y post-rigor tiene un gran efecto en el metabolismo muscular post-mortem, ya que modula la velocidad de la glicolisis (modificando la actividad enzimática) lo cual afecta, a su vez, a la tasa de descenso de pH y a la velocidad de aparición del rigor mortis y del acortamiento sarcomérico, influyendo todo ello sobre la terneza final de la carne.

Se ha descrito que el menor grado de acortamiento o rigidez del músculo ocurre cuando el rigor tiene lugar a temperaturas entre 15-20 °C, si bien mantener a estas temperaturas las canales puede presentar problemas, relacionados sobre todo con los peligros microbiológicos. Pero también hay otra consideración importante a tener en cuenta, y es que la tasa de descenso de temperatura puede variar en los distintos músculos de la canal y en los

distintos tipos de canal. Así, en canales grandes con gran cobertura grasa, se producirá un gradiente de temperatura entre los músculos más externos y los internos.

En ciertos casos, recurrir a temperaturas de enfriamiento muy bajas puede producir un oscurecimiento de las piezas más externas de la canal, sobre todo en las canales muy magras (con poca grasa). Esto se debe al acortamiento excesivo de los sarcómeros en la instauración del rigor, incentivado por el frío, así como a la desecación de la superficie del músculo por el contacto con el aire y la oxidación de la hemoglobina (pigmento que da color rojo a la carne), ocasionando problemas de “quemadura” por frío.

Una solución propuesta para obtener el máximo de calidad en canales grandes es el enfriamiento progresivo en distintas etapas, de modo que se someten durante un tiempo a una temperatura intermedia (10- 15°C) hasta la instauración del rigor, para más tarde enfriar las canales hasta 4°C. (López *et al.*, 2004).

Durante la maduración se producen diversos cambios positivos sobre las características de la carne:

Disminución de la dureza de la carne: la carne se vuelve más tierna.

Incremento del aroma, el olor y el sabor.

Incremento de la jugosidad de la carne.

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1. Ubicación de la unidad experimental

El trabajo de campo se realizó en el Rancho “El Salitre” del Centro Universitario UAEM-Temascaltepec, ubicado en San Simón de Guerrero, Estado de México ( $100^{\circ}6'27''\text{O}$ ,  $19^{\circ}2'8''\text{N}$ , 1800 m de altitud; el clima es templado subhúmedo con lluvias en verano tipo (Cw); INEGI, 2009).



Ilustración 1 Ubicación del Rancho Salitre del centro Universitario UAEM

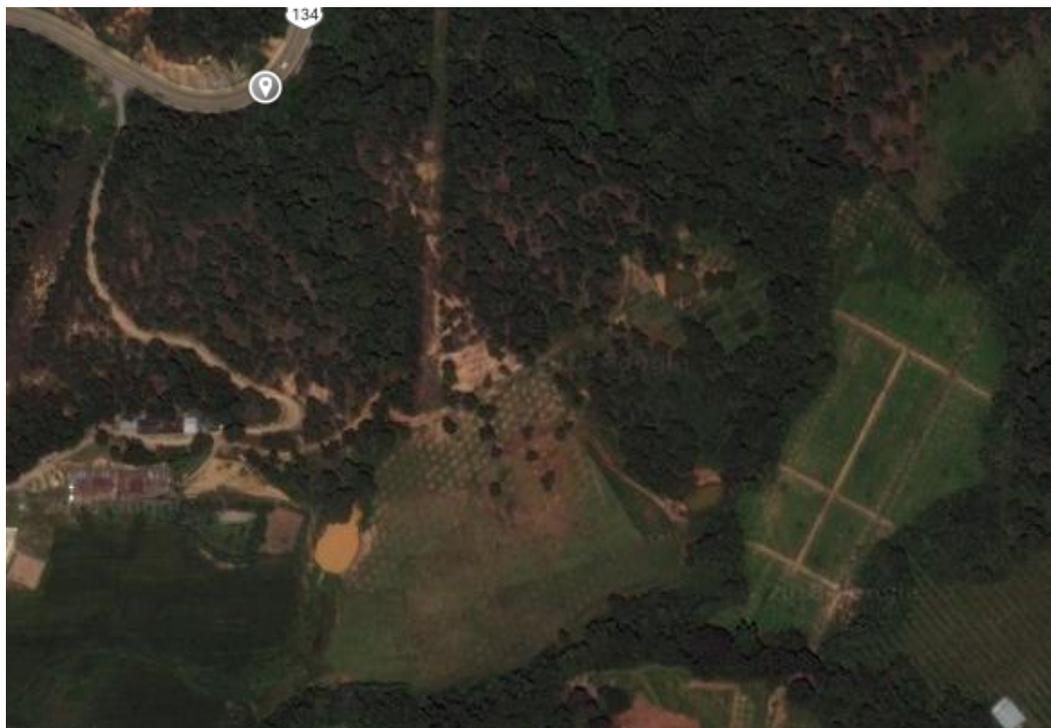
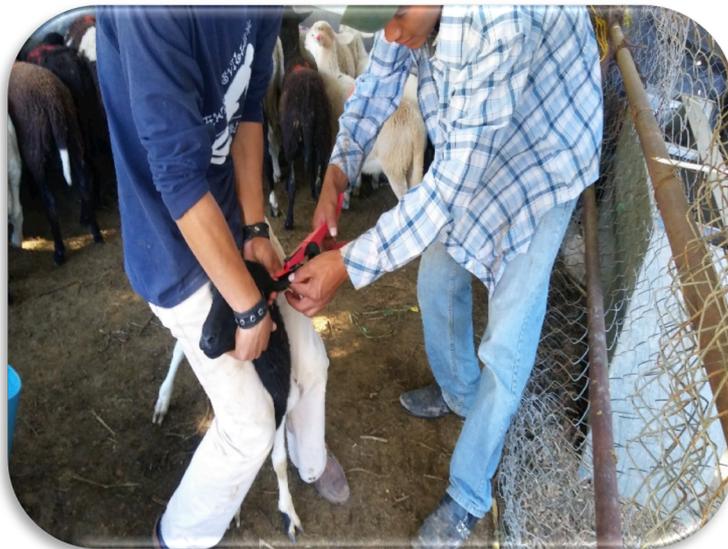


Ilustración 2 Toma satelital del sitio experimental y praderas del sistema silvopastoril en

## 6.2. Ovinos en el Sistema silvopastoril con *Leucaena* y Mulato II.

### 6.2.1 Manejo de los ovinos

Se utilizaron 30 corderos (Dorper x Katadhin) de  $20\pm 1$  kg. Una semana antes de la fase experimental, cada ovino se identificó con un arete numerado y se distribuyeron al azar en cada tratamiento. Todos los ovinos se vacunaron para prevenir enfermedades por *Clostridium* y *Pasteurella*, se desparasitaron con Ivermectina/Clorsurol (1 ml por cada 50 kg de peso vivo) y se les aplicó vitamina A, D, E y complejo B (2 a 3 ml). Posteriormente cada ovino se pesó y distribuyó al azar en cada tratamiento (T1 15 ovinos finalizados en corral y T2 15 ovinos finalizados en el sistema silvopastoril).



*Ilustración 3 Identificación de los animales y separación por tratamiento*

### 6.2.2. Manejo de los ovinos en el SSP

El área del SSP se dividió en dos parcelas (Parcela 1 Superficie 1 240 m<sup>2</sup> y la parcela 2 superficie de 1 985 m<sup>2</sup>), cada parcela se dividió en cuatro potreros para el manejo de pastoreo rotacional, los corderos del T2 pastorearon diariamente 8 h a partir de las 8:00 A.M y se rotaron en cada potrero de acuerdo a la disponibilidad de forraje. Los corderos de los dos tratamientos se pesaron cada semana utilizando una báscula industrial, previo ayuno. Por las tardes los ovinos del T2 se alojaron en corrales donde tenían acceso a sales minerales. En cada potrero había disponible agua a libre acceso. La composición química de la *Leucaena* y Mulato II, se presenta en el Cuadro 1.



*Ilustración 4 borregos finalizados en corral*

El consumo de materia seca (CMS) fue medido al inicio del experimento (30 d) y al final del experimento (60 d), utilizando 1 g de marcador externo (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) por ovino, el cual se proporcionó durante un periodo de adaptación de 7 d y en los 5 d posteriores se tomaron muestras de heces directamente del recto a las 0800 y 1600 h. Las muestras de heces de cada animal fueron colocadas en bolsas previamente identificadas (número de animal y tratamiento) y al final las

muestras se agruparon y homogenizaron formando una muestra compuesta por animal y por tratamiento. Las muestras se secaron en una estufa de aire forzado a 60° C por 24 h y se molerán en un molino Thomas Willey utilizando una malla de 1mm. El Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en heces se determinó por espectrofotometría (modelo GENESYS 10S UV-VIS, Thermo scientific) a 430 nM tras la calcinación de la muestra a 450° C por 12 h.

A partir de los resultados obtenidos se estimó la producción fecal en g MS d<sup>-1</sup>, que se obtuvo a partir del cociente de la dosis del marcador dividido por la concentración del marcador en las heces. Posteriormente se determina el consumo en función de la producción fecal y la Digestibilidad *in vitro* con las fórmulas propuestas por Ramírez *et al.* (2000)



*Ilustración 5 callejones del sistema solvopastoril con L. leucocephala*

### **6.3. Manejo de los ovinos alimentados en corral**

Los ovinos del T1 se alojaron en corrales donde consumieron a libre acceso una dieta balanceada con 2.6 Mcal/ kg de MS y 14 % de PC, elaborada con 10 % de maíz molido, 20 % de sorgo molido, 20 % de sorgo entero, 5 % de maíz

quebrado, 15 % de soya, 8 % de salvado, 20 % de rastrojo de maíz molido y 2 % de una premezcla de vitaminas y minerales NUTRIBASE.

**Cuadro 3. Composición química de la dieta proporcionada a los ovinos en finalización**

<b>COMPOSICIÓN</b> <b>g kg<sup>-1</sup> MS</b>	<b>Follaje de</b> <b><i>Leucaena</i></b>	<b>Pasto</b> <b>Mulato II</b>	<b>*Concentrado</b>
<b>MS</b>	119.0	72.9	71.6
<b>Humedad</b>	881.0	927.1	928.4
<b>PC</b>	179.1	49.6	140.1
<b>FDN</b>	442.35	793.70	317.05
<b>FDA</b>	206.70	415.55	159.80

MS: materia seca, PC: proteína cruda, FDN: fibra detergente neutro, FDA: fibra detergente ácido, \*maíz molido 10 %, maíz quebrado 5 %, sorgo molido 20 %, pata de sorgo 20 %, soya 15 %, salvado de trigo 8 %, rastrojo molido 20 %, premezcla de vitaminas 2 % (NUTRIBASE®)

## 6.4 Medición de variables

### • 6.4.1 Comportamiento productivo

#### Ganancia diaria de peso

En cada tratamiento los ovinos fueron pesados cada semana, y se utilizó la siguiente ecuación para su estimación:

- $GDP = (\text{Peso inicial} - \text{peso final}) / \text{número de días}$
- La ganancia total de peso se estimó mediante la siguiente ecuación.

$$GT = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

- Rendimiento canal caliente

$$RCC = \frac{\text{Peso canal caliente} * 100}{\text{peso vivo final}}$$

- Rendimiento canal frío

$$RCF = \frac{\text{Peso canal frío} * 100}{\text{Peso vivo final}}$$

### Consumo de alimento

El consumo de materia seca (CMS) fue medido con la misma metodología que los ovinos del SSP; al inicio del experimento (30 d) y al final del experimento (60 d), utilizando 1 g de marcador externo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) por ovino.



*Ilustración 6 Ofrecimiento de la dieta base en el corral*

### 6.4. Sacrificio y características de la canal

Al final del experimento todos los ovinos de cada tratamiento fueron transportados y sacrificados en un obrador de carne ubicado en el municipio de Capulhuac, Estado de México. Los animales se pesaron antes del sacrificio

(PVS) y después del sacrificio para obtener el peso de la canal caliente (PCC) y su rendimiento (RCC), posteriormente, las canales fueron refrigeradas a 4°C durante 24 h y se pesaron para obtener el peso de la canal fría (PCF).



*Ilustración 7 Pesaje de los animales antes del sacrificio de los animales*

### **6.5. Análisis pH y Color de la carne**

El color de la carne se midió con un colorímetro (Minolta Chroma Meter CR-200). El pH se midió con un potenciómetro equipado con un electrodo de penetración (modelo HANNA HI 99163).



*Ilustración 8 Sacrificio de los animales en el municipio de Capulhuac estado de México*



*Ilustración 9 Medición del pH del canal*



*Ilustración 10 Determinación del pH en laboratorio*

## 6.6 Rendimiento de la canal caliente y canal fría

El rendimiento de la canal Se expreso en % y se estimó dividiendo el peso de la canal caliente entre peso vivo al sacrificio. Las partes de la canal consideradas de manera comercial fueron: cuello, brazo, costillar, lomo y pierna. También, el peso de cada parte de la canal se dividió entre el peso de la canal caliente y se multiplicó por 100 para obtener el porcentaje de cada una de las partes de la canal.

### 6.6. Modelo estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar para GDP y CMS, y se analizaron con PROC MIXED. La calidad de la carne se analizó a través de PROC GLM (SAS Instituto Inc. 2004) y la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).

Modelo estadístico

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

Donde:

$Y_{ij}$  = variables de respuesta ( Consumo de alimento, Ganancia de peso por día, ganancia total de peso, color, pH, rendimiento canal caliente y rendimiento canal frio)

$\mu$  = media general

$T_i$  = es el efecto del i-esimo tratamiento

$\epsilon_{ij}$  = error experimental ( $N_i \sim 0, \alpha$ )

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 Comportamiento productivo

#### 7.1.1 Ganancia de peso (GDP)(g/día)

La GDP no presentó diferencias entre tratamientos ( $p = 0.5295$ ), tal como se muestra en el cuadro 2. Los resultados de GDP encontrados en este trabajo son similares a los reportados por Cabrera *et al.* (2007) que no encuentran diferencias entre tratamientos en ovinos Dorper/Katahdin alimentados con sorgo y suplementados en distintas proporciones (0, 613.0, 617.0 y 620.0 g/d) en un periodo de 90 días reportando pesos iniciales de 20.13, 20.45, 20.59, 20.67 y finales de 44.93, 45.02, 45.22 y 45.45 respectivamente e indican que la ganancia diaria de peso está relacionada con el consumo y el nivel de proteína del suplemento o forraje que se proporcione al animal, de igual manera Partida *et al.* (2013) encuentran ganancias de 158 g ovino<sup>-1</sup> d en ovinos Pelibuey alimentados con concentrado (soya, maíz, melaza y pollinaza).

#### 7.1.2 Consumo de alimento (g/día)

El consumo de materia seca (CMS) no presentó diferencias entre tratamientos; los resultados encontrados en este trabajo son diferentes a los reportados por Valenzuela (2013) en ovinos alimentados en paradera de monocultivo y en SSP (663.8 y 707.2 g d<sup>-1</sup> respectivamente), estos resultados se atribuyen a la disponibilidad de forraje, ya que una disponibilidad mayor de forraje estimula el consumo. Por lo tanto, en el SSP la alimentación proporcionó los nutrientes necesarios para la época de estiaje sin afectar el crecimiento de los ovinos.

### 7.2 Características de la canal

#### 7.2.1 Color

El color de la carne es uno de los atributos más importantes para el consumidor, pues es el primer elemento que toma en cuenta cuando evalúa una opción de compra. Si el producto que desea adquirir tiene un color desagradable o que no corresponde con lo normal, esto es suficiente para que no se interese en verificar ninguna otra propiedad de la carne.

El color de la carne depende del tipo de músculo (tipo de actividad) y de la concentración de mioglobina que contenga el tejido muscular; además del estado de oxidación del átomo de hierro del grupo hemo, y de una posible desnaturalización de la globina. Los resultados de color de carne de ovinos en el SSP reportados en este trabajo son similares a los encontrados por Partida (2013) con valores de 37.8 y 13.8 ( $L^*$  y  $a^*$  respectivamente) para animales engordados en pastoreo. Las variaciones en la coloración de la carne se atribuyen a distintos factores tales como la raza, la edad y al tipo de alimentación.

**Cuadro 4. Parámetros productivos y características de las canales ovinas finalizadas en SSP y en corral**

Variables	Tratamientos		EEM
	T1	T2	
GDP, g d <sup>-1</sup>	150.0	134.0	4.45
CMS, g d <sup>-1</sup>	1225	1171	165
Conversión alimenticia, kg MS	8.16	8.73	0.75
Peso vivo al sacrificio, kg	43.52	40.52	2.50
Peso de la canal caliente, kg	21.3	20	2.35
Peso de la canal fría, kg	18.93	18.06	0.83
$L^{Ti}$	36.36	37.10	0.51
$a^{Ti}$	12.35	12.59	0.38
$b^{Ti}$	7.13	7.58	0.33
$pH^{Ti}$	6.89	6.77	0.06

T1: animales finalizados en corral, T2: animales finalizados en SSP. Ti, efecto de tiempo de medición ( $p < 0.05$ ); Tr, efecto de tratamiento ( $p < 0.05$ ); TixTr, efecto de interacción de tiempo de medición por tratamiento ( $p < 0.05$ ). EEM: error estándar de la media.

### **7.2.2 pH de la carne**

El pH en este experimento fue similar ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos, sin embargo, este fue afectado por el período de tiempo ( $p < 0.05$ ) de medición. Estos valores son diferentes a los reportados por Partida (2016) con valores de 6.8 en carne de ovino. Este pH cercano a la neutralidad se atribuye a un manejo adecuado durante el sacrificio, ya que después del sacrificio, el glucógeno que se encuentra en el musculo es convertido en ácido láctico. Cuando la concentración de glucógeno muscular es adecuada, y se produce una perfecta acidificación de la carne desde un pH inicial próximo a la neutralidad, a un pH ácido a las 24 h del sacrificio. La variación en los valores de pH, se da por un sinnúmero de factores, algunos de ellos son intrínsecos en el animal (genética, metabolismo, susceptibilidad al estrés, etc.) pero normalmente los factores más relevantes tienen que ver con el ambiente en que se manejó al animal y su canal durante las 24 horas previas y posteriores al faenado.

### **7.3. Rendimiento de a canal**

En cuanto a las similitudes en el rendimiento de la canal entre los tres grupos raciales, se puede atribuir a que existe poca variación entre dichos grupos raciales.. Resultados similares son reportados por Macías-Cruz et al (2012), al comparar corderos Pelibuey puros y cruzados F1 con razas Dorper y Katahdín en confinamiento, teniendo redimientos en canal en promedio de 53.1% en machos, el cual fue superior al de los grupos raciales estudiados a pesar de que los pesos al sacrificio fueron similares en los dos estudios señalados. Los componentes corporales han sido estudiados en diferentes razas y bajo diferentes dietas, observándose que en algunos estudios no reportan diferencias en los cortes primarios entre corderos de razas puras o cruzadas expresados en porcentaje.

Cuadro 4. Rendimiento de la canal ovina de animales finalizados en un SSP y finalizados en corral

VARIABLES	TRATAMIENTOS		EEM
	T1	T2	
<b>PVS (kg)</b>	43.52	40.52	2.5099
<b>PCC (kg)</b>	21.3	20	2.3546
<b>PCF (kg)</b>	18.93	18.06	0.8338
<b>CC</b>	48.4	49.35	
<b>CF</b>	43.9	44.7	

PVS: peso vivo al sacrificio, PCC: peso canal caliente, PCF: peso canal fría, CC: canal caliente, CF: canal fría

Resultados similares a los encontrados en este trabajo en lo que respecta al PVS son reportados por Gómez *et al.* (2014) para ovinos alimentados con concentrado a base de maíz molido y animales alimentados con *Guazima ulmifolia* (39.5 y 37.7) donde no se encontraron diferencias entre tratamientos y sugieren que en la dieta de ovinos puede sustituirse el grano de maíz por una leguminosa, sin haber afectaciones en los parámetros productivos de la canal.

## VIII. CONCLUSIONES

El comportamiento productivo y las características de la canal de los ovinos finalizados en el SSP con *Leucaena leucocephala* fue similar a la de los ovinos finalizados en corral, por tanto la producción de ovinos en el sistema silvopastoril es una alternativa viable, ya que no se compromete su crecimiento ni afecta la calidad de la carne (pH y color) y ofrece ser una alternativa para la producción de ovinos en la región sur del Estado de México.

## **IX. RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar trabajos experimentales donde se evalué la respuesta productiva, rendimiento y calidad de la canal de ovinos en crecimiento y finalización, bajo un manejo alimenticio en el SSP con *Leucaena* y Mulato II, comparado con Sistemas silvopastoriles naturales.

## X. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Alcalde, M.J., Sañudo, C., Osorio, J.C., Olleta, J.L. and Sierra, I. (1995) Evaluación de la calidad de la canal y de la carne en canales del tipo "ternasco. ITEA, 95: 49-64.
- Alonso D. M., Torres A. J., Sandoval C. C., Hoste H. 2010. Tannins in tropical tree fodders fed to small ruminants: A friendly foe? *Small Ruminant Research* 89: 164-173.
- Alonso J. 2011. Los sistemas silvopastoriles y su contribución al ambiente. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45: 107-115.
- AMSA. 1995. Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. American Meat Science, Association & National Livestock and Meat Board. Chicago, USA.
- Bacab, H. M. y Solorio, F. J. (2011). Oferta y consumo de forraje y producción de leche en ganado de doble propósito manejado en sistemas silvopastoriles en Tepalcatepec, Michoacán. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 13: 271-278.
- Barahona, R., Sánchez, MS., Murgueitio, E. & Chará, J. 2014. Contribución de la *Leucaena leucocephala* Lam (de Wit) a la oferta y digestibilidad de nutrientes y las emisiones de metano entérico en bovinos pastoreando en sistemas silvopastoriles intensivos. En: Premio Nacional de Ganadería José Raimundo Sojo Zambrano, 100 modalidad Investigación Científica. Bogotá, Colombia, *Revista Carta Fedegán* 140:66-69.
- Barros R. M., Briceño P. E., Canul S. J., Sandoval C. C., Solorio S. J., Ku V. J. 2012. Sistemas Silvopastoriles con *Leucaena leucocephala* como alternativa en la producción ovina. *Bioagrociencias* 5 (2): 21-25.
- Bautista T. M.; López O. S; Pérez H. P.; Vargas M. M.; Gallardo L. F. ; Gómez M. F. 2011. Sistemas Agro y Silvopastoriles en la comunidad El Limón, Municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, vol. 14 (1): 63-76.
- Boari R, Chuard N, Fernández V, Pouiller P. Mercado de ganados y carnes. *Proyecciones* 2023. OCDE-FAO 2014. <http://www.agroindustria.gob.ar/site/ganaderia/bovinos/05=Mercados/04=>

Carnes/\_archivos/000003=Mercado%20internacional%20de%20carnes/000001Proyecci%C3%B3n%20OCDE%20FAO%20carnes%202014-2023.pdf. Consultado May 25, 2018.

Bueno L., Camargo J. 2015. Nitrógeno edáfico y nodulación de *Leucanena leucocephala* (Lam) de Wit en sistemas silvopastoriles. Acta agronómica 64 (4) p 349-354.

Cabrera N.O., Rojas M.O., Daniel R.I., Serrano S.A., López O.M. 2007. Influencia de la suplementación sobre la ganancia de peso y calidad de la cabal en borregos Dorper/Katahdin. Revista UDO. Agrícola. 7:245-251.

Calsamiglia S., Ferret A., Reynolds C., Kristensen N., Van V. 2010. Strategies for optimizing nitrogen use by ruminants. Anima 4: 1184-1196.

Chará J., Murgueitio E., Zuluaga A., Giraldo C. 2011. Ganadería colombiana sostenible. Mainstreaming. Biodiversity in sustainable cattle ranching. Fundacion CIPAV. P.158.

CIPAV. Centro para la Investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria. Sistemas Silvopastoriles en la cuenta del Río Guacha. <http://silvopastorilguacha.wordpress.com>, consultado 15 de mayo 2009.

Dijkman, M. J. 1980. *Leucaena*. A promising soil-erosion control plant. Econ. Bot. 4: 337-349.

FAO y GIZ. 2012. Herramientas para la adaptación y mitigación del cambio climático en el sector agropecuario. Resultados del taller práctico.

Galaviz, R. J. R., L. S. Vargas, R. J. L. Zaragoza, G. A. Bustamante, B. E. Ramírez, R. J. D. Guerrero, Z. J. S. Hernández. 2011. Evaluación territorial de los sistemas de producción ovina en la región nor-poniente de Tlaxcala. Rev. Mex. Cienc. Pec. 2(1): 53-68. 102

- Gallo C. 1992. Efecto del manejo pre y post faenamiento en la calidad de la carne. Serie Simposios y Compendios de la Sociedad Chilena de Producción Animal vol.2: 27-47.
- García, D. E., H. B. Wencomo, M. E. Gonzales, M. G. Medina, L. J. Cova, y I. Spengler. 2008. Evaluación de diecinueve accesiones de *Leucaena leucocephala* en la calidad nutritiva del forraje. *Zootecnia Tropical* 26: 9-18.
- Gaspar, P., M. Escribano, F. J. Mesias, F. Rodríguez-Ledesma, F. Pulido. 2008. Sheep farms in the Spanish rangelands (dehesas): Typologies according to livestock management and economic indicators. *Small Rum. Res.* 74: 52- 63.
- Gaviria X., Sossa P., Montoya C., Chará J., Lopera J., Córdoba P., Barahona R. 2012. Memorias: Producción de carne bovina en sistemas silvopastoriles intensivos en el Trópico bajo Colombiano.VII Congreso Latinoamericano de Sistemas Agroforestales para la producción animal sostenible. Brasil.
- Gómez G. A., Partida H. M., Ramírez D. R., Ramírez R. J., Gómez G. J., González M. M., Sanginés G. L. 2014. Efecto de la inclusión del fruto de *Guazuma ulmifolia* como sustituto de maíz en la dieta sobre el comportamiento productivo y rendimiento en canal de ovinos Pelibuey. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17 (2): 215-222.
- González P. J., Alcaraz V. J. 2013. Cultivo y costos de un sistema silvopastoril intensivo (SSPi) a base de gramíneas y *Leucaena leucocephala* estudio de caso en Tepalcatepec, Michoacán, México. *Rev Inves Cienc Admin*, 8 (15): 277-292.
- González G. R.; Blardony R. K.; Ramos J. J.; Ramírez H. B.; Sosa R.; Gaona P. M. 2013. Rentabilidad de la producción de carne de ovinos Katahdin x Pelibuey con tres tipos de alimentación. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17 (1): 135-148
- Gutiérrez, M. A.; Rodríguez, G. E. 1984. *Leucaena leucocephala* planta promisoría para producir en el trópico proteína para el ganado. *Zootecnia. Universidad de San Carlos, Guatemala* 5(1): 3-7.

- Hutton, E.M. 1975. *Leucaena leucocephala*. CSIRO. Trop. Ann. Rep. pág. 55
- Hodges J. 2003. Livestock, ethics and quality of life. *J. Anim. Sci.* 81:2887-2894
- INEGI (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos San Simón de Guerrero, México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Prontuario. México D.F. 9 pp.
- Kú V. J., Ramírez A. L., Jiménez F. G., Alayón A. J., Ramírez C. L. 1999. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano. En: Sánchez MD, Rosales MM editores. *Agroforestería para la producción animal en América latina*.
- Ku-Vera J. C., Ayala B. A., Solorio S. F. J., Briceño-Poot E. G., Ruiz G. A., Piñeiro V. A., Barros R. M., Soto A. M., Espinosa H. J. C., Albores M. S., Chay-Canul A. J., Aguilar P. C. F. and Ramírez A. L. 2013. Tropical tree foliage and shrubs as feed additives in ruminants rations. En: Salem (ed). *Nutritional Strategies of Animal Feed Additives*. New York. USA: Nova Science Publishers. 104
- Ku Vera, J.C.; Briceño, E.G.; Ruiz, A.; Mayo, R.; Ayala, A.J.; Aguilar, C. F.; Solorio, F.J.; Ramírez, L. 2014. Manipulación del metabolismo energético de los rumiantes en los trópicos: opciones para mejorar la producción y la calidad de la carne y leche *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48 (1): 43-53.
- .
- López C., Ruelas D., Sañudo R., Armenta C., Félix J. 2004. Influence of different organic substrates on earthworm (*Eisenia foetida*). *Tecnociencia Chihuahua*. Vol. VII, No. 2.
- Macias-Cruz V., Alvarez-Valenzuela, FG:D. Olguin-Arredondo H.A., Molina-Ramírez L., Avendaño-Reyes L. Pelibuey ewes synchronized with progestagens and mated with rams from Dorper and Katahdin breeds under feedlot conditions: ewe production and lamb growth during the pre-weaning period. 2012. *Archv. Med. Vet.* 44, 29-37
- Marinidou E., Finegan B., Jiménez F. G., Delgado D., Casanoves F. 2013. Concepts and a methodology for evaluating environmental services from

trees of small farms in Chiapas, México. *Journal of Environmental Management*. 114: 115-124

Montero L. M., Juárez L. F., García-G. H. 2011. Perfil de ácidos grasos en carne de toretes Europeo x Cebú finalizados en pastoreo y en corral. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 2(2):137-149

Muchenje, V., k. Dzama, M. Chimonyo, P. E. Strydom, A. Hugo y J. G: Raats. 2009. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality. *Food Chemistry* 112:279-289.

Murgueitio, E. y Solorio, B. 2008. El Sistema Silvopastoril Intensivo, un modelo exitoso para la competitividad ganadera en Colombia y México. En: V Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible. Universidad Rómulo Gallegos, Universidad Central de Venezuela, Universidad de Zulia. Venezuela (Publicación electrónica).

Murgueitio E., Naranjo J., Cuartas C., Molina C., Lalinde F. 2009. Los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) una herramienta de desarrollo rural sustentable con adaptación al cambio climático en regiones tropicales de América. *Memorias II Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos, en camino hacia núcleos de ganadería y bosques*. Morelia, Michoacán. Fundación Produce Michoacán.

Murgueitio E., Uribe F., Calle A., Solorio B. 2011. Native trees and shrubs for reproductive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *For. Eco. Manage.* 261: 1654-1663.

Murgueitio E., Uribe F., Tafur O. 2013. Los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPI) en el trópico húmedo: reconversión ambiental con producción ganadera rentable. *Memorias de foros FEDEGAN. Nutrición animal*. Florencia, Caquetá. 106

Murgueitio E., Chará J., Barahona R., Cuartas C., Naranjo J. 2014. Los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPI) herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 17: 501-507.

- Murgueitio, E., Flores, M., Calle, Z., Chará, J., Barahona, R., Molina, C., & Uribe, F. 2015. Productividad en sistemas silvopastoriles intensivos en América Latina. In: Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H. & Eibl, B. (Eds.). *Sistemas Agroforestales. Funciones productiva, socioeconómica y ambientales. Serie Técnica Informe Técnico 402*, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Fundación CIPAV. Cali, Colombia. P. 59-101
- Orellana, C., F. Peña, A. García, J. Perea, J. Martos, V. Domenech y R. Acero. 2009. Carcass characteristics, fatty acid composition, and meat quality of criollo Argentino and Braford steers raised on forage in a semitropical region of Argentina. *Meat Science*. 81:57-64. 107
- Padre, G. R., J. A. Aricetti, F. B. Moreira, I. Y. Mizubutí, I. N. Prado, J. V. Visentainer, N. E. de Souza, M. Matsushita. 2006. Fatty acid profile and chemical composition of Longissimus muscle of bovine steers and bull finished in pasture system. *Meat Science*. 74:242-248.
- Palmer L. 2014. A new climate for grazing livestock. *Nature Climate Change*. 4:321–323.
- Partida, P. J. A., V. D. Braña, S. H. Jiménez, R. F. G. Ríos, R. G. Buendía. 2013. Producción de Carne Ovina. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Ajuchitlán, Qro. Libro Técnico INIFAP. 5: 4, 5, 23, 67.
- Ramírez P. A. H., Buntinx S. E., Tapia R. C., Rosiles R. 2009. Effect of breed and age on the voluntary intake and the micromineral status of non-pregnant sheep. 1. Estimation of voluntary intake. *Small Ruminant Research*.
- Richardson A. 2009. *Leucaena* and rotational grazing at Ten Mile. *Tropical Grasslands*. 43: 225- 226.
- Rodríguez C. A. 2013. Sostenibilidad y competitividad de sistemas de producción de pequeños rumiantes. *Rev Colomb Cienc Pecu* 26:278-283.

- Ruíz de Guidobro, F., Miguel E., Cañeque, V. Velasco S. 2005. Clasificación y conformación de la canal ovina. En Monografía INIA. No. 3. INIA. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Saavedra C. E, Rodríguez N. M., De Sousa N. M. 1980. Producción de forraje, valor nutritivo y consumo de *Leucaena leucocephala*. Pasturas tropicales 9 (2): 6-10
- SAGARPA. Plan rector sistema productivo ovinos (2015-2024). 2016. Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA). Estudio informativo. 47 pp.
- SAGARPA. 2017. Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA). Apoyo congreso ovino – Senado de la república.
- SIAP. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2017. Producción pecuaria nacional (ovinos).
- Solorio, S. F.J., Bacab, P. H., Castillo, C. J.B., Ramírez, A. L. y Casanova, L. F. 2009. Potencial de los Sistemas Silvopastoriles en México. II Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida Yucatán, México. 10 pp.
- Solorio, F. J.; Bacab, H. M. y Ramírez, A. L. (2011). Los sistemas silvopastoriles intensivos: avances de investigación en el valle de Tepalcatepec, Michoacán. En: 109
- Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T., Castel V., Rosales M., Haan C. 2009. La larga sombra del Ganado. Problemas ambientales y soluciones. LEAD – FAO. Viale delle Terme di Caracalla, Roma, p. 464.
- Wanapat, M. 2009. Potential uses of local feed resources for ruminants. Tropical Animal Health and Production 41: 1035-1049.
- Zervas, G., E. Tsiplakou. 2011. The effect of feeding systems on the characteristics of products from small ruminants. Small Rum. Res. 101: 140-149.

## **XI. ANEXOS**

**NMX-FF-106-SCFI-2006**  
**PRODUCTOS PECUARIOS - CARNE DE OVINO EN CANAL -**  
**CLASIFICACIÓN**  
**LIVESTOCK PRODUCTS - SHEEP CARCASS - CLASSIFICATION NMX-FF-**  
**106-SCFI-2006**



## **PREFACIO**

En la elaboración de la presente norma mexicana participaron las siguientes asociaciones, organismos, empresas e instituciones:

- ASOCIACIÓN MEXICANA DE CRIADORES DE OVINOS
- ASOCIACIÓN MEXICANA DE TÉCNICOS ESPECIALISTAS EN OVINOCULTURA A. C. (AMTEO)
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE ESTABLECIMIENTOS TIPO INSPECCIÓN FEDERAL, A. C. (ANETIF)
- CÁMARA DE COMERCIO DE LA CIUDAD DE MÉXICO
- COLEGIO DE POSTGRADUADOS
  - Instituto de Recursos Genéticos y Productividad
  - Programa Interdisciplinario en Agroindustria
- COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN NACIONAL DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS, PECUARIOS Y FORESTALES (CTNNPAPF)
  - Subcomité Pecuario
- CONFEDERACIÓN NACIONAL DE ORGANIZACIONES GANADERAS
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRICOLAS Y PECUARIAS (INIFAP)
  - Coordinación de Investigación, Innovación y Vinculación
- FRIGORÍFICOS DE CARNE S. A. de C. V.

**NMX-FF-106-SCFI-2006**

- INTEGRADORA INDUSTRIAL CAIVO, S. A DE C. V.
- INSTITUTO MEXICANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN, A. C.  
(IMNC)
- ORGANISMO DE CERTIFICACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS TIPO  
INSPECCIÓN FEDERAL (OCETIF)
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL  
PESCA Y ALIMENTACIÓN  
Coordinación General de Ganadería  
Dirección General de Fomento a la Agricultura  
Servicio Nacional De Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria  
(SENASICA)
- SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO D. F.  
Dirección General de Abasto, Comercio y Distribución
- SECRETARÍA DE ECONOMÍA  
Dirección General de Normas
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA Unidad Iztapalapa  
Departamento de Biotecnología
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ)  
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. (FES-CUAUTILÁN)

**NMX-FF-106-SCFI-2006**

## ÍNDICE DEL CONTENIDO

### Número del capítulo Página

0 Introducción 1

1 Objetivo 1

2 Campo de aplicación 2

3 Referencias 2

4 Definiciones 3

5 Características de las canales 6

6 Especificaciones 8

7 Clasificación de las canales 8

8 Métodos de prueba 12

9 Especificaciones sanitarias 13

10 Sellado en canales de ovino 13

11 Etiquetado en canales de ovino 13

12 Bibliografía 15

13 Concordancia con normas internacionales 17 **NMX-FF-106-SCFI-2006**

**CDU:638.18**

**PRODUCTOS PECUARIOS - CARNE DE OVINO EN CANAL -  
CLASIFICACIÓN**

**LIVESTOCK PRODUCTS - SHEEP CARCASS - CLASSIFICATION**

**0 INTRODUCCIÓN**

Dada la necesidad manifiesta de los productores, comercializadores, industriales, prestadores de servicios, investigadores, académicos y dependencias del sector público relacionados con la cadena productiva ovinos por desarrollar las especificaciones y la clasificación de las canales de esta especie con el fin de enfocar sus esfuerzos hacia la consecución de una mejor calidad de las mismas y debido a la creciente preferencia de los consumidores de carne de ovino, por obtener seguridad en los productos mediante esquemas de clasificación que permitan al público consumidor identificar las opciones de compra con base en sus preferencias de consumo, se desarrolla la presente norma, en el seno del Subcomité Pecuario del Comité Técnico de Normalización Nacional de Productos Agrícolas, Pecuarios y Forestales.

**1 OBJETIVO**

Esta norma mexicana tiene como propósito orientar y fortalecer la cadena de producción, transformación, comercialización y consumo de carne de ovino, a través de la definición de las características de calidad que deben reunir las canales para su comercialización. **NMX-FF-106-SCFI-2006 2/17**

## **2 CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta norma mexicana de clasificación de carne de ovino en canal, es de cobertura nacional y se aplica en las plantas de sacrificio y rastros registrados por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), que operen bajo las condiciones de sanidad e higiene establecidas en la norma oficial mexicana NOM-008-ZOO (ver 3 de Referencias).

## **3 REFERENCIAS.**

Para la correcta aplicación de la presente norma mexicana, se deben consultar las siguientes normas oficiales mexicanas y normas mexicanas vigentes o las que las sustituyan:

- 1994 Especificaciones Zoosanitarias para la Construcción y Equipamiento de Establecimientos para el Sacrificio de Animales y los dedicados a la Industrialización de Productos Cárnicos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de noviembre de 1994.
- 1994 Proceso Sanitario de la Carne, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de noviembre de 1994.
- 1995 Especificaciones y Características Zoosanitarias para el Transporte de Animales, sus Productos y Subproductos, Productos Químicos, Farmacéuticos, Biológicos y Alimenticios para uso en Animales o Consumo por éstos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de octubre de 1995.
- 1995 Especificaciones y Procedimientos para la Verificación de Carne, Canales, Vísceras y Despojos de Importación en Puntos de Verificación Zoosanitaria, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 1996.
- 1995 Sacrificio Humanitario de los Animales Domésticos y Silvestres, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de julio de 1996. **NMX-FF-106-SCFI-2006 3/17**

## 4 DEFINICIONES

Para la correcta interpretación de esta norma, se establecen las siguientes definiciones:

### 4.1 Cordero

Es el animal macho o hembra con dientes temporales (dientes de leche).

#### 4.1.1 Cordero lechal

Es el animal macho o hembra con una edad hasta de 45 días, alimentado con leche y con un peso en canal hasta de 6 kg incluyendo la cabeza.

#### 4.1.2 Cordero liviano

Es el animal macho o hembra con dientes temporales, un peso en pie hasta de 38 kg y un peso en canal no mayor a 18 kg.

#### 4.1.3 Cordero pesado

Es el animal macho o hembra con dientes temporales, un peso en pie mayor a 38 kg y un peso en canal mayor a 18 kg.

### 4.2 Borrego primal

Es el animal macho o hembra que ha mudado de uno a cuatro dientes incisivos (palas o pinzas y primeros medianos).

### 4.3 Borrego adulto

Es el animal macho o hembra que ha mudado más de cuatro dientes incisivos hasta formar boca completa (ocho incisivos).

### 4.4 Animales de desecho

Ovinos de cualquier edad y sexo que han sido retirados de la explotación por causas diversas que ocasionan improductividad. **NMX-FF-106-SCFI-2006 4/17**

#### 4.5 Canal

Es el cuerpo del animal desprovisto de piel, cabeza, patas y vísceras, excepto los riñones.

##### 4.5.1 Media canal

Es cada una de las partes resultantes del corte longitudinal a lo largo de la línea media dorsal (columna vertebral) de la canal.

##### 4.5.2 Canal de ovino

Cuerpo del animal sacrificado, desangrado y sin piel, abierto a lo largo de la línea media desde el xifoideas hasta el pubis; separado de la cabeza a nivel de la articulación atlanto-occipital y de los miembros anteriores a nivel de la articulación carpo metacarpiana y de los miembros posteriores a nivel de la articulación tarso metatarsiana; sin vísceras, excepto los riñones y grasa perirrenal.

##### 4.5.3 Canal caliente

Es la canal inmediatamente después del proceso de sacrificio y faenado, previa al lavado final de la misma.

##### 4.5.4 Canal fría

Es la canal que permanece en un sistema de conservación físico, que le permite alcanzar una temperatura, en el centro de las masas musculares entre 0°C y 4°C, a las 24 h después del sacrificio.

#### 4.6 Pesos

##### 4.6.1 Peso en pie

Es el peso expresado en kilogramos de un ovino al sacrificio.

##### 4.6.2 Peso de la canal caliente

Es la cantidad expresada en kilogramos de una canal después del proceso de sacrificio y faenado, previa al lavado final de la misma.

#### 4.6.3 Peso de la canal fría

Es la cantidad expresada en kilogramos de una canal que permanece en un sistema de conservación físico, que le permite alcanzar una temperatura, en el centro de las masas musculares entre 0°C y 4°C, a las 24 h después del sacrificio. **NMX-FF-106-SCFI-2006 5/17**

#### 4.7 Carne

Es la estructura compuesta por fibra muscular estriada, acompañada o no de tejido conjuntivo elástico, grasa, fibras nerviosas, vasos linfáticos y sanguíneos autorizada para el consumo humano.

#### 4.8 Grasa

Es el tejido conectivo adiposo de la canal que puede ser de cobertura, cavitaria e infiltrada.

##### 4.8.1 Grasa de cobertura

Es la grasa superficial presente en la canal.

##### 4.8.2 Grasa cavitaria

Es la grasa que se acumula alrededor de las vísceras y de las paredes de las cavidades internas del cuerpo del animal, (torácica, abdominal y pélvica). La grasa perirrenal es la que recubre a los riñones.

##### 4.8.3 Grasa infiltrada

Es la grasa inter e intramuscular. Esta grasa entreverada da lugar a la apariencia de mármol o marmoleo.

#### 4.9 Planta tipo inspección federal (Planta TIF)

Establecimiento dedicado al sacrificio de animales así como a la industrialización de productos alimenticios que cumplen con lo descrito en el Capítulo 4 de la norma oficial mexicana NOM-008-ZOO (ver 3 de Referencias).

#### 4.10 Rastro registrado

Establecimiento dedicado al sacrificio de animales de abasto y que cumple con lo señalado en el Capítulo 4 de la norma oficial mexicana NOM-008-ZOO (ver 3 Referencias).

#### 4.11 Clasificador

Persona capacitada y certificada para realizar la labor de la clasificación de canales de ovino. **NMX-FF-106-SCFI-2006 6/17**

#### 4.12 Calidad de la canal

Se refiere a los atributos o características deseables de la carne para el consumo humano y cuya evaluación da lugar a los distintos grados de clasificación.

#### 4.13 Defectos de la canal

Presencia de alteraciones en el color, consistencia, pérdida de materia, errores en el faenado, traumatismos y patologías sobre las distintas partes de la canal, que repercuten en la calidad de la misma.

#### 4.14 Clasificación de las canales

Es la determinación del grado de calidad de la canal, después de haber sido sometida a un proceso de inspección directo e indirecto (con equipo de medición), con base en los indicadores o lineamientos establecidos en la presente norma.

### **5 CARACTERÍSTICAS DE LAS CANALES**

#### 5.1 Conformación de la canal

Es la forma y volumen general del cuerpo del animal ya sacrificado en su presentación como “canal caliente” o “canal fría”, tomando como base el contorno de la canal. Esta se determinará visualmente de acuerdo a un patrón fotográfico, (ver figura 1).

La conformación se clasifica en tres tipos:

##### 5.1.1 Excelente.

Canales con músculos gruesos y amplios en comparación con la longitud de la misma; amplio llenado de las piernas y los cuartos delanteros.

##### 5.1.2 Buena.

Canales con músculos moderados en comparación con la longitud de la misma; piernas y cuartos delanteros moderadamente delgados.

### 5.1.3 Deficiente.

Canales con músculos delgados en comparación con la longitud de la misma; piernas y cuartos delanteros delgados y cóncavos. **NMX-FF-106-SCFI-2006**

**7/17**

## 6 ESPECIFICACIONES

### 6.1 Especificaciones determinadas para la Clasificación de Canales de Ovino

El producto objeto de esta norma debe cumplir con las especificaciones establecidas en la tabla 1.

TABLA 1.- Especificaciones para la Clasificación de Canales de Ovino Parámetros		Cordero		Borrego	
		L e c h a l	Liviano	Pesado	Primal
Peso en pie al sacrificio (kg)	hasta 12	hasta 38	más de 38	NA	NA
Peso en canal (kg)	hasta 6	hasta 18	más de 18	NA	NA
Grasa de Cobertura	Perirrenal abundante	De 1 a 3 mm		de 3 a 6 mm	de 5 a 10 mm
		de 4 a 6 mm	de 7 a 10 mm	de 11 a 15 mm	de 11 a 15 mm
		de 7 a 10 mm	de 11 a 15 mm	más de 15 mm	más de 15 mm
Edad	hasta 45 días	hasta dientes temporales	hasta dientes temporales	de 1 a 4 incisivos permanentes	de 5 a 8 incisivos permanentes

