



# **UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN**

**Campus Loma Bonita**

---

---

**LICENCIATURA EN ZOOTECNIA**

**CARACTERIZACIÓN PROXIMAL DE CARNE DE OVINO EN  
ENGORDA CON DIFERENTES DIETAS NO CONVENCIONALES  
EN CLIMA CÁLIDO HÚMEDO**

**TESIS PROFESIONAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN ZOOTECNIA**

**PRESENTA:**

**SAÚL HERNÁNDEZ SÁNCHEZ**

**DIRECTOR DE TESIS**

**DR. MIGUEL ANGEL SÁNCHEZ HERNÁNDEZ**

**LOMA BONITA, OAXACA, MÉXICO. 2021**

---

---



# Universidad del Papaloapan

*Universidad del Papaloapan*

Licenciatura en Zootecnia

Loma Bonita, Oaxaca a 3 de febrero de 2021

**M.E. Yesenia Barrientos Arenal**  
**Jefa del Departamento de Servicios Escolares**  
**PRESENTE**

Mediante la presente, le informo que esta jefatura con el visto bueno de la Vice-rectoría Académica, ha designado a los siguientes profesores como sinodales del examen profesional del exalumno, el C. **Saúl Hernández Sánchez**, quien defenderá su trabajo de tesis titulado **"Caracterización proximal de carne de ovino en engorde con diferentes dietas no convencionales en clima cálido húmedo"**, para obtener el título de Licenciado en Zootecnia.

**Titulares:**

Presidente: Dra. Gladis Morales Terán  
Secretario: M.C. Hazaribagh García Candalaria  
Vocal: Dr. Miguel Ángel Sánchez Hernández

**Suplentes:**

Dr. José Manuel Juárez Barrientos  
Dr. Sergio Ramírez Ordoñez

Sin más por el momento, le envió un cordial saludo.

**Atentamente**

**Dra. Tania Zúñiga Marroquín**  
Jefa de Carrera de Lic. en Zootecnia

Vo. Bo.

**M.C. Héctor López Arjona**  
Vice-rector Académico

C.c.p.: M.C. Hector López Arjona, Vice-rector académico. Para su conocimiento  
C.C.: Archivo



# Universidad del Papaloapan

FECHA:	17 de Febrero del 2021
ÁREA:	Vice-Rectoría Académica
OFICIO NUMERO:	UNPA/VRA/012/2021
ASUNTO:	Autorización de Impresión de tesis.

**C. Saúl Hernández Sánchez  
PRESENTE:**

En base al artículo 120 del reglamento de alumnos, por medio de la presente se aprueba la impresión de la tesis titulada **"Caracterización proximal de carne de ovino en engorda con diferentes dietas no convencionales en clima cálido húmedo"** así como la programación del examen profesional bajo la dirección del Dr. Miguel Ángel Sánchez Hernández.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atemamense.  
terra uberrima, mens aperta  
Bou Lo-tama, chí jí jú

**MC. HÉCTOR LÓPEZ ARJONA**  
Vice-Rector Académico



C.p. Dra. Teres Fátiga Marañón Jefe de Carrera de la Lic. En Zootecnia  
C.p. L.P. Yessira Barrueto Acosta Jefa del Departamento de Servicios Escolares  
C.p. Dr. Miguel Ángel Sánchez Hernández Dirección de Tesis  
C.p. Ardiño

## DEDICATORIA

- *Esta tesis está dedicada al gran amor, confianza y esmero de mi familia. Ellos me alentaron en este proyecto de mi vida y, durante varios años, junto a amigos, que siempre me alentaron a seguir adelante y nunca rendirme.*
  - *A mi madre, quien fue la que me brindó su apoyo en las buenas y en las malas, me alentó a seguir adelante cuando ya no podía, por ella estoy aquí*
  - *A mi padre, por haberme apoyado en cada uno de mis pasos y enseñarme buenos valores, por la motivación constante que permitieron que hoy en día sea la persona que soy y por su amor incondicional.*
  - *A mi hermana, Mayra Hernández Ceballos quien fue un gran ejemplo a seguir durante varios años y quien siempre confió en mí para terminar esta etapa de mi vida.*
  - *A mi hermano, Marco Antonio Hernández Sánchez que siempre estuvo conmigo en las buenas y en las malas y a pesar de todo siempre estuvo a mi lado para apoyarme y darme ánimo.*
  - *A mis hermanitos, Yareli y Julio que me inspiran a cada momento para ser el mejor ejemplo para ellos.*
  - *A mi hermanita Evelin que siempre me esforzaré por ser el mejor ejemplo a seguir para ti.*

- *También dedico esta tesis a mis amigos que empezaron poco a poco a ser parte de mi familia.*

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad del Papaloapan, Campus Loma Bonita que me dio la oportunidad de realizar mis estudios profesionales y que a lo largo del tiempo me ha brindado oportunidades incomparables para mi crecimiento profesional.

Agradezco de igual forma a mis profesores que con gran dedicación y esmero nos brindaron sus conocimientos.

A mis amigos y compañeros de clases que aun a pesar de los contratiempos siempre buscamos la forma de salir adelante.

A mi familia que ha sido mi pilar de sustento para seguir adelante en esta gran etapa de mi vida.

A **PRODEP-SEP**, por financiar el proyecto “**Producción de ovinos con dietas a base de alimentos vegetales no convencionales**”, aprobado al Cuerpo Académico “Sistemas Agropecuarios Tropicales (UNPA-CA34) de la Universidad del Papaloapan, como parte de la Convocatoria *Fortalecimiento de Cuerpos Académicos 2016* que permitió realizar la presente tesis “Caracterización proximal de carne de ovino en engorda con diferentes dietas no convencionales en clima cálido húmedo”.

## ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	vi
ÍNDICE DE CUADROS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
3. HIPÓTESIS	4
4. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1. La carne de ovino en el mundo	5
4.2. La carne de ovino en México	6
4.2.1. La carne ovina en Oaxaca	7
4.3. Propiedades de la carne	8
4.4. Tipos de carne	8
4.5. Morfometría de la canal	9
4.5.1. Longitud de la canal	10

4.5.2.	Longitud de la pierna-----	11
4.5.3.	Grupa-----	11
4.5.4.	Tórax -----	11
4.5.5.	Músculo <i>Longissimus dorsi</i> (área del ojo de la chuleta)-----	11
4.5.6.	Color de la carne-----	11
4.5.7.	Color de grasa subcutánea-----	12
4.6.	Composición de la carne-----	13
4.6.1.	Proteínas de la carne -----	13
4.6.1.1.	Aminoácidos de la carne -----	14
4.6.2.	Grasa de la carne-----	14
4.6.3.	pH de la carne -----	16
5.	MATERIALES Y MÉTODOS -----	17
5.1.	Localización del área donde se efectuó el estudio-----	17
5.2.	Procedencia y manejo de los animales -----	17
5.3.	Recolección de la muestra -----	18
5.4.	Tratamientos y diseño experimental -----	18
5.5.	Variables evaluadas-----	19
5.5.1.	Variables químicas -----	20
5.5.1.1.	Determinación de grasas (%)-----	20
5.5.2.	Determinación de proteínas (%) -----	21
5.5.3.	pH (potencial de hidrógeno)-----	24
5.5.4.	Cenizas (Materia orgánica)-----	25

5.6.5.	Determinación de humedad-----	27
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	29
6.1.	Rendimiento de la canal de acuerdo al tipo de alimentación -----	29
6.1.1.	Peso al sacrificio -----	29
6.1.2.	Peso de la canal caliente -----	30
6.1.3.	Peso de la canal fría -----	31
6.1.4.	Merma-----	31
6.1.5.	Largo de canal-----	32
6.1.7.	Rendimiento en canal-----	32
6.2.	Calidad de canal ovina de acuerdo a la parte anatómica y alimentación	33
6.2.1.	Pierna (peso, longitud, ancho y circunferencia) -----	33
6.2.2.	Brazuelo (peso, longitud, ancho y circunferencia) -----	35
6.2.3.	Lomo (peso, longitud, ancho y circunferencia)-----	36
6.2.4.	Costilla (peso, longitud y ancho)-----	37
6.2.5.	Pescuezo (peso) -----	38
6.3.	Calidad de la canal ovina en función de la alimentación -----	38
6.3.1.	pH de la carne ovina -----	38
6.3.2.	Humedad de la carne -----	40
6.3.3.	Extracto etéreo -----	41
6.3.4.	Contenido de proteína -----	42
6.3.5.	Contenido de cenizas -----	42
6.3.6.	Color de la canal ovina -----	43
6.3.7.	Color de la grasa -----	43

6.4. Calidad de la canal ovina de diferentes piezas (partes anatómicas) en función del tipo de alimentación que recibieron los animales -----	44
6.4.1. Potencial de hidrógeno (pH) -----	44
6.4.2. Humedad de la carne -----	46
6.4.3. Extracto etéreo -----	47
6.4.4. Contenido de proteína -----	48
6.4.5. Contenido de cenizas -----	49
6.4.6. Color de la carne -----	50
6.4.7. Color de la grasa -----	50
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	52
8. LITERATURA CITADA -----	53

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Componentes de rendimiento de la canal ovina de acuerdo con el tipo de alimentación que recibieron los animales. Loma Bonita, Oaxaca, México. ....	29
Cuadro 2. Calidad de la canal ovina en función del tipo de alimentación que recibieron los animales. Loma Bonita, Oaxaca, México. ....	34
Cuadro 3. Calidad de la canal ovina en función del tipo de la alimentación que recibieron los animales. Loma Bonita, Oaxaca, México. ....	39
Cuadro 4. Calidad de la canal ovina de diferentes piezas en función del tipo de alimentación que recibieron los animales. Loma Bonita, Oaxaca, México. ...	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
• Figura 1: Producción de carne ovina en el mundo por continente. -----	5
• Figura 2. Producción (t) de carne ovina en México. -----	7

## RESUMEN

Se realizó un estudio en Loma Bonita, Oaxaca, México con el objetivo de efectuar una caracterización proximal de carne ovina. En 40 ovinos Pelibuey de un peso vivo inicial de  $18 \pm 2$  kg se probaron cinco tratamientos que fueron: ensilado de maíz, rastrojo de maíz, tulipán (*Hibiscus*), maíz quebrado y pastoreo (testigo). Transcurridos 90 días se sacrificaron los animales y en laboratorio se determinó: peso vivo al sacrificio, peso de canal caliente y fría (kg), rendimiento en canal (%) y espesor de grasa dorsal (mm). También se consideró peso (kg), longitud (cm), ancho (cm) y circunferencia (cm) de pierna, brazuelo, lomo, costilla y pescuezo. En la canal se midió color de la carne y de grasa, pH (potenciómetro), humedad (%; termobalanza), extracto etéreo (%; Soxhlet), proteína (%; Kjeldahl), cenizas (%) incinerando una muestra a 550 °C (mufla). La información se sometió a análisis de varianza y comparación de medias (Tukey,  $P \leq 0.05$ ). La dieta con maíz quebrado favoreció el peso vivo al sacrificio, peso de canal caliente y fría, rendimiento en canal y partes excluyentes (piel, cabeza, sangre y vísceras). La calidad proximal en carne se afectó por la alimentación, incidiendo en pH 45 min (6.0 a 6.46), no observándose diferencias en pH 24 h (5.65 a 5.71). La humedad fue de 74.6 %. Para grasa, proteína, cenizas y color de grasa no existieron diferencias significativas entre dietas. El pH 45 min y pH 24 h post-mortem, humedad, extracto etéreo, cenizas, color de carne y de grasa fueron diferentes en función de la parte anatómica analizada (pierna, lomo o costilla).

**Palabras clave:** Ovinos de pelo, Calidad de carne ovina, Trópico húmedo.

## ABSTRACT

In order to carry out a proximal characterization of lamb meat, a study was realized in Loma Bonita, Oaxaca, Mexico, using 40 Pelibuey lambs with an initial live weight of  $18 \pm 2$  kg. They were fed with corn silage, corn stubble, tulip (*Hibiscus*), broken corn grain and grazing (control). After 90 days, the animals were slaughtered. In laboratory conditions was determined: live weight at slaughter, hot carcass and cold carcass weight (kg), carcass performance (%) and back fat thickness (mm). Weight (kg), length (cm), width (cm) and circumference (cm) of the leg, arm, loin, rib and neck were also determined. In the carcass were determined meat color and fat color, pH (potentiometer), content of humidity (%), thermobalance), ethereal extract (%), Soxhlet), protein (%), Kjeldahl), ashes (%) were measured by incinerating a meat sample at 550 °C (muffle). Information was subjected to analysis of variance and Tukey ( $P \leq 0.05$ ) mean comparisons by treatments. The diet with broken corn grain favored live weight at slaughter, hot carcass and cold carcass weight, carcass yield and excluded parts of carcass (skin, head, blood and viscera). Proximal meat quality was affected by feeding, influencing pH 45 min (pH 6.0 to 6.46), with no differences observed in pH 24 h after slaughter (5.65 to 5.71). Humidity averaged 74.6 %. In fat, protein, ash and fat color no significant statistical differences between treatments were observed. The pH 45 min and pH 24 h post-mortem, humidity, ethereal extract, ash, meat color and fat color were modified according to the anatomical part that was analyzed (leg, loin or rib).

**Key words:** Hair sheep, Sheep meat quality, Humid tropic.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la región tropical húmeda de México se producen ovinos Pelibuey y Blackbelly, incorporando en los últimos años Dorper y Katahdin para mejorar el rendimiento y calidad de la carne ovina (González *et al.*, 2014; Cantón *et al.*, 2019), siendo animales que prosperan con una baja disponibilidad de recursos forrajeros, soportan altas temperaturas y humedad (Vicente *et al.*, 2020). Estos pequeños rumiantes aportan carne de calidad, que tiene amplia aceptación en la población mexicana, dada su textura, sabor y riqueza nutricional (Pérez *et al.*, 2019).

La competitividad de la carne ovina en el mercado puede incrementarse seleccionando animales con elevadas tasas de crecimiento, musculatura sobresaliente, menor deposición de grasa, mayor rendimiento al sacrificio, sanidad y calidad de la canal (Sena *et al.*, 2020).

En México la producción de ovinos tiene como objetivo principal producir carne (Reséndiz *et al.*, 2013), requiriendo los consumidores canales con piernas gruesas y cortas, cuello corto que sea ancho, además de canales estrechas y alargadas (Desdémona, 2020). En las canales ovinas se deben estudiar atributos sensoriales de calidad como: olor (asado, ácido, rancio), sabor (asado, intenso, rancio) gustosidad (ácida, dulce, amarga), y textura (dura, jugosa, ternura, fibrosa) (Bhatti *et al.*, 2020).

Para valorar canales ovinas se deberá considerar el peso inicial y al sacrificio de los ovinos, ganancia diaria de peso, peso de la canal caliente y fría, rendimiento en canal, área del lomo, grosor de grasa dorsal (Du *et al.*, 2019; Zewide *et al.*,

2019), no olvidando categorías comerciales: primera (pierna, lomo y espaldilla), segunda (brazuelo) y tercera calidad (cuello y costilla) (Karaka *et al.*, 2016).

Dentro de los atributos de composición química y calidad para valorar canales ovinas, se sugiere estudiar el porcentaje de humedad, contenido de proteína, porcentaje de grasa, cenizas (Du *et al.*, 2019), pH 1 h y pH 24 h post-mortem, marmoleo, color, colesterol, pérdida de agua por goteo y rendimiento de la carne al cocinarla. Teniendo en cuenta que el pH, color, retención de agua, contenido de ácidos grasos, pérdidas por cocción y terneza varían con especie, raza, edad, sexo, manejo de los animales y sistema de alimentación (de Lima *et al.*, 2016).

En Loma Bonita, Oaxaca, México la ovinocultura ha adquirido relevancia y tiene como objetivo central producir carne de borrego por medio del aprovechamiento de pastos: estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*), pangola (*Digitaria decumbens*), Chetumal (*Brachiaria humidicola*), arbustos como: guaje (*Leucaena leucocephala*), guásimo (*Guazuma ulmifolia*), tulipán (*Hibiscus rosa sinensis*) por su gustabilidad y digestibilidad buscando desarrollar la ovinocultura en la región de la Baja Cuenca del Papaloapan (Sánchez *et al.*, 2019).

La presente investigación se enfocó en comparar la composición proximal de la carne de ovinos en diferentes partes anatómicas como pierna, lomo y costilla en animales en confinamiento que recibieron rastrojo de maíz, ensilado de maíz, tulipán (*Hibiscus*), grano de maíz quebrado y compararlos con animales en pastoreo, bajo el supuesto de que la composición química de la carne varía en función de las dietas aportadas a ovinos confinados, con relación a animales en pastoreo en clima tropical húmedo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Determinar las características físico-químicas de la carne de ovino que se alimentaron con cinco diferentes dietas no convencionales en Loma Bonita, Oaxaca, México.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Implementar las medidas recomendadas para el sacrificio de animales y el manejo de la canal post-mortem.
- Medir y analizar las diferencias que existen entre las medidas de la canal y las partes que la componen, de la carne de ovino producida en condiciones de confinamiento con diferentes dietas en relación con animales en pastoreo.
- Medir la canal y sus partes anatómicas para su evaluación y comparación entre dietas.
- Comparar la composición fisicoquímica de la carne de ovino en diferentes partes anatómicas como pierna, lomo y costilla de la canal de animales finalizados producidos en condiciones de confinamiento con diferentes dietas en relación con animales en pastoreo.
- Efectuar un análisis proximal para determinar: proteína, humedad, lípidos y minerales de la carne ovina para comparar diferentes tipos de dietas no convencionales con relación a ovinos en pastoreo.

### **3. HIPÓTESIS**

Las medidas de la canal y características fisicoquímicas de la carne ovina varían dependiendo de las dietas no convencionales suministradas en confinamiento, comparadas con animales en pastoreo durante el periodo de engorda.

## 4. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1. La carne de ovino en el mundo

La producción de carne ovina en el año 2018 a nivel mundial osciló en 9.7 millones de toneladas. Durante ese periodo China aportó el 52 %, ocupando el primer lugar como productor de carne ovina con cinco millones de toneladas (FAOSTAT, 2019).

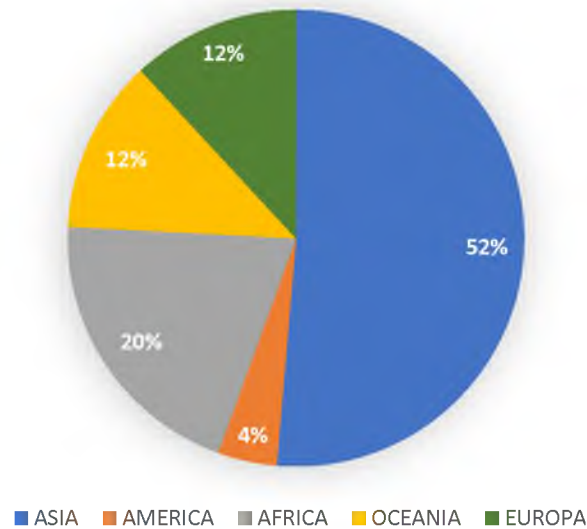


Figura 1. Producción de carne ovina en el mundo por continente.

El continente africano aportó el 20.3 % de la producción mundial de carne ovina, y se ubicó en el segundo puesto, con 1.9 millones de toneladas. China, Australia y Nueva Zelanda fueron los principales productores de carne ovina con 2.4 millones de toneladas, 735,009 toneladas y 470,813 toneladas, respectivamente (FAOSTAT, 2019).

La demanda de carne de vacuno se espera que aumente para el 2024, mientras que el ovino también lo hará, pero a un ritmo algo superior. En cuanto a la carne de caprino, no hay ningún dato global sobre las previsiones futuras de su demanda (Gómez, 2016).

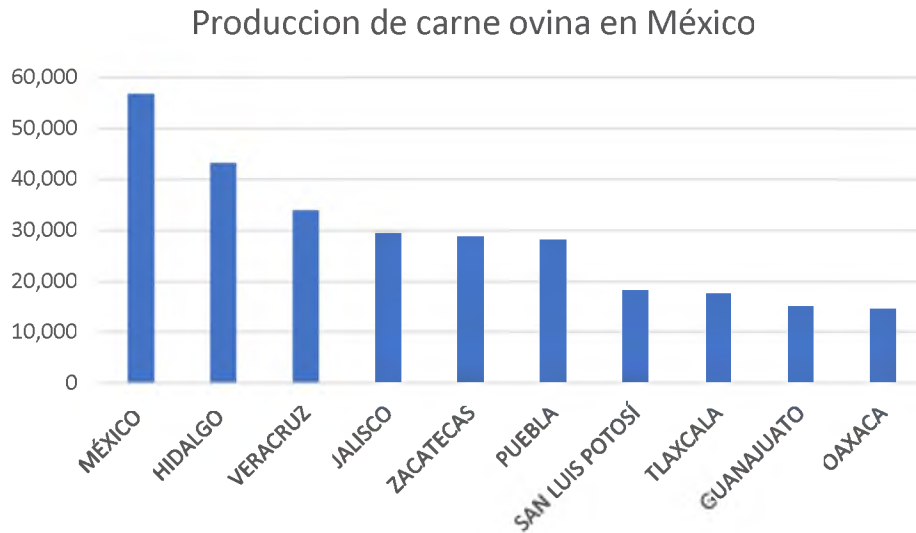
Frente a los continuos descensos del consumo de carne de ovino, otras regiones del mundo aumentan sus cuotas, de tal forma que la producción de este tipo de carne aumentará en los próximos años, y este aumento estará determinado por una fuerte demanda de países como China y Oriente Medio (Gómez, 2016).

China es ya el principal consumidor de carne de cordero del mundo con cerca de 4 millones de toneladas al año, lo que representa 30 % del total del consumo mundial. A nivel global, el comportamiento del consumo ha sido distinto en los últimos años ya que China, Argelia, Afganistán y Nigeria han experimentado incrementos del consumo de este tipo de carne, mientras que en el otro extremo se encuentran las regiones con tendencia decreciente de la demanda, como son la Unión Europea, Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos (Gómez, 2016).

#### **4.2. La carne de ovino en México**

En México el consumo de la carne ovina se hace en mayor cantidad en forma de barbacoa (95 %); este consumo y la mayor demanda se localiza en el centro del país, siendo sus mayores consumidores los estados de México, Distrito Federal, Monterrey, Guadalajara y Puebla (Hernández *et al.*, 2014).

Los principales estados productores de carne ovina en la República Mexicana en 2019 fueron: Estado de México (56,727 t), Hidalgo (43,149 t), Veracruz (33,933 t), Jalisco (29,388 t) y Zacatecas (28,694 t).



Fuente: (SIAP, 2020).

Figura 2. Producción (t) de carne ovina en México.

**4.2.1. La carne ovina en Oaxaca.** La producción de carne ovina en Oaxaca se divide principalmente en siete distritos los cuales son Huajuapán de León, Valles Centrales, Tuxtepec, Istmo, Sierra Juárez, Cañada y Costa, de las cuales la mayor producción de carne se encuentra en Huajuapán de León con 2201 toneladas de las 3620 toneladas que produce Oaxaca en total (SIAP, 2016). En el distrito de Tuxtepec se producen 373 toneladas de carne ovina lo cual representa un 10 % de la producción total de Oaxaca. En Loma Bonita, Oaxaca se produce el 1.4 % de carne ovina a nivel estatal (SIAP, 2019).

### **4.3. Propiedades de la carne**

La carne es el tejido animal, principalmente muscular, que se consume como alimento (RAE, 2014). Desde el punto de vista nutricional, la carne es una fuente habitual de proteínas, grasas y minerales en la dieta humana. Entre los alimentos que se obtienen de animales y plantas, la carne es el que mayores valoraciones y apreciaciones alcanza en el mercado y, también es un alimento que se evita por algunos sectores de la población (McGee, 2004).

La carne magra se compone de tres materiales básicos: 75 % de agua, 20 % de proteína, y 3 % de grasa. Estos materiales son entrelazados en tres tipos de tejido. El tejido principal es la masa de las células musculares, las fibras largas que causan movimiento cuando se contraen y relajan (McGee, 2004).

Las cualidades de la carne: su textura, color y sabor: se determinan en gran medida por la disposición y proporciones relativas de las fibras musculares, el tejido conectivo, y tejido graso (McGee, 2004).

### **4.4. Tipos de carne**

Existe una categorización de la carne puramente culinaria que no obedece a una razón científica clara y que tiene en cuenta el color de la carne. La fundación española MAPFRE, comprometida con el bienestar de las personas, la clasifica de la siguiente manera:

Carne roja. Proviene de animales adultos, por ejemplo, carne de bovino, cerdo, ternera y carne de buey. Se consideran carnes rojas la de caballo y la de ovino.

Desde el punto de vista nutricional se llama carne roja a «toda aquella que procede de mamíferos». El consumo de este tipo de carne es muy elevado en países desarrollados y representa el 20 % de la ingesta calórica. Se asocia a la aparición del cáncer en adultos que consumen cantidades altas (Serra *et al.*, 2006).

Carne blanca. Se denomina, así como contraposición a las carnes rojas, en general se trata de aves, con excepción de la carne de avestruz. En esta categoría aparece la carne de pollo, de conejo y a veces se incluye el pescado. Nutritivamente se llama carne blanca a «toda aquella que no procede de mamíferos» (Serra *et al.*, 2006).

El término «carne roja» o «carne blanca» es una definición culinaria que menciona el color (rojo o rosado, así como blanco) de algunas carnes en estado crudo. El color de la carne se debe principalmente a un pigmento rojo denominado mioglobina. Esta clasificación está sujeta a numerosas excepciones.

#### **4.5. Morfometría de la canal**

Cañeque y Sañudo (2000) definen a la canal como “el cuerpo del animal, sacrificado, sangrado, desollado, eviscerado sin cabeza (separada a nivel de la articulación occipito-atlantoidea), sin pies ni patas (separados a nivel de la articulación carpo-metacarpiana y tarso-metatarsiana, respectivamente), la canal entera retiene la cola, la porción periférica carnosa del diafragma, riñones, grasa peri-renal, grasa de cavidad pélvica, timo y los testículos en los machos no

castrados, por lo tanto la canal debe excluir: sangre, piel, patas, cabeza, vísceras torácicas y abdominales, vejiga, aparato digestivo, glándula mamaria en hembras adultas y el aparato reproductor de hembras y machos”.

La calidad y el grado de rendimiento son los elementos principales que se consideran para asignarle valor a la canal de ovinos, existen otras mediciones que definen la cantidad y proporción de masa muscular con base en el peso de la canal; como el peso de la grasa renal y pélvica, el espesor de la grasa dorsal, la circunferencia de la pierna, el área del ojo de la costilla y el peso de los cortes primarios (Schilling, 2005), así como la composición tisular de la canal.

Una característica distintiva de las canales de ovinos de pelo obtenidas en sistemas de engorda intensiva, es que el peso de la canal puede variar conforme a grupo racial y sistema de alimentación, pero las canales no están fuera de los estándares de calidad requeridos por el mercado, por lo que constituyen una alternativa en la producción de carne de ovino (Burke *et al.*, 2003).

**4.5.1. Longitud de la canal.** Es el cuerpo del animal sacrificado, sangrado, desollado, eviscerado, sin cabeza ni extremidades. La canal es el producto primario; es un paso intermedio en la producción de carne, que es el producto terminado. La canal es un continente cuyo contenido es variable y su calidad depende fundamentalmente de sus proporciones relativas en términos de hueso, músculo y grasa (máximo de carne, mínimo de hueso y óptimo de grasa).

**4.5.2. Longitud de la pierna.** La pierna es la extremidad trasera del animal. Se presenta como una masa carnosa entera. Es una zona de la canal muy apreciada. La carne es tierna, muy sabrosa y jugosa, con alta proporción de grasa (CARNIMAD, 2015).

**4.5.3. Grupa.** Forma parte rígida del canal de parto y demarca la superficie de contacto entre la ubre y el cuerpo del animal (González *et al.*, 2017).

**4.5.4. Tórax.** Compuesto por 13 vertebras torácicas, costillas y esternón. Comprende desde el final del cuello hasta el abdomen del animal. Dentro de este se encuentran órganos vitales.

**4.5.5. Músculo *Longissimus dorsi* (área del ojo de la chuleta).** Sección transversal del músculo largo dorsal efectuada entre la décima y onceava costilla. Proporciona una de las mejores indicaciones de la relación carne-grasa.

**4.5.6. Color de la carne.** El color de la carne resulta de interacciones complejas entre varios factores ante y post mortem y sus efectos sobre la concentración y el estado químico de los pigmentos y la microestructura muscular que determina las propiedades de dispersión de la luz en la carne. El color de la carne fresca se define por la cantidad total de mioglobina, que está asociada con la capacidad oxidativa del músculo y las cantidades de los tres derivados de la mioglobina (Lebret *et al.*, 2015). Existen tres factores de variación del color en el músculo:

- Contenido de pigmentos: es el factor intrínseco más importante, y está relacionado con la especie, edad, raza, sexo y alimentación del animal (Warris, 2000; Álvarez *et al.*, 2013).
- Condición pre y post sacrificio: por ejemplo, estrés, temperatura y humedad de la cámara de frío, afectarán el color, al variar la velocidad de caída del pH y su valor final (Warris, 2000).
- Tiempo de almacenamiento y comercialización: la oxigenación y oxidación modifican la apariencia de su color (Alberti *et al.*, 2005).

**4.5.7. Color de grasa subcutánea.** El color de la grasa es un factor determinante en la valoración del producto, puesto que se relaciona con la percepción de frescura en la carne. Por lo tanto, es un atributo fuertemente considerado por el consumidor al momento de la compra (Landa *et al.*, 2001).

El color de la grasa se debe a la alimentación recibida por el animal, las xantofilas y carotenos son los pigmentos responsables del color. Dichos pigmentos no son mayormente metabolizados por el rumen, siendo absorbidos y depositados en distintos tejidos como el adiposo. No obstante, los ovinos se caracterizan por acumular bajas cantidades de dichos pigmentos por lo que la grasa presenta comúnmente una coloración blanquecina. En relación con la preferencia de los consumidores, en general se inclinan por la grasa de coloración blanca cremosa y rechazan la amarilla (Venegas, 2015; Mora y Shimada, 2001).

## 4.6. Composición de la carne

**4.6.1. Proteínas de la carne.** Las proteínas son macromoléculas formadas por cadenas lineales de aminoácidos (Moran, 2016). El contenido de proteína oscila entre 20 y 25 %, que proviene básicamente del tejido muscular. La proteína de éstas es de alto valor biológico, 40 % de sus aminoácidos son esenciales, es decir, el organismo no las puede sintetizar, y por ello deben ser aportadas por la dieta.

Al aumentar la edad del animal, se incrementa la cantidad de tejido conjuntivo y éste tiene menor cantidad de metionina y otros aminoácidos esenciales (Valero *et al.*, 2010). La proteína de los alimentos contiene aminoácidos, que poseen diversos grupos funcionales y, por lo tanto, efectúan una amplia variedad de reacciones químicas. Debido a que los alimentos contienen mezclas de proteínas, los métodos para la determinación directa de proteínas (%) deben calibrarse contra un método estándar de referencia para nitrógeno, como el método Kjeldahl (Kirk *et al.*, 2011).

El método Kjeldahl mide el contenido de nitrógeno total en la muestra, convirtiendo posteriormente este resultado a un valor total de proteína cruda, mediante una multiplicación por el factor empírico 6.25 (el factor de conversión asume que la proteína promedio, contiene 16 % de nitrógeno por unidad de peso, aun cuando en la práctica es posible una variación entre 12 y 19 % de nitrógeno entre proteínas individuales (FAO, 1989).

**4.6.1.1. Aminoácidos de la carne.** Los aminoácidos son moléculas que constituyen la unidad primaria de las proteínas. Los distintos aminoácidos se combinan entre sí mediante enlaces peptídicos dando lugar a cadenas que son las proteínas, y que conforman las diferentes estructuras y compuestos del organismo (Mataix, 2009).

Para la separación de aminoácidos, la cromatografía de intercambio iónico se convirtió en una técnica muy efectiva y con un poder de resolución muy alto. La cromatografía de gases, ha sido utilizada para la determinación de aminoácidos (Blackburn, 1978). Tiene la ventaja de ser sensible y de requerir poca muestra para el análisis. Sin embargo, la necesidad de separar la muestra para formar compuestos volátiles, la hace tediosa y consume más tiempo.

La cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC) ha tenido gran aplicación para el análisis de componentes no volátiles como aminoácidos. Existe suficiente literatura sobre la aplicación de HPLC en el análisis de aminoácidos. Las técnicas más usuales son: 1) Separación a través de una columna de fase inversa en la que la derivación se hace previa a la columna, 2) Separación de aminoácidos a través de una columna de intercambio iónico con derivación post-columna (Blackburn, 1978).

**4.6.2. Grasa de la carne.** El contenido de grasa en las carnes varía de 3 a 30 % de su composición. La cantidad depende de factores como raza, edad, sexo, alimentación y zona de la canal. La mitad de su contenido son grasas saturadas (ácido palmítico y esteárico), la otra mitad son insaturadas, predominan ácidos grasos mono insaturados (ácido oleico). La grasa es un

agente palatable y su presencia en la carne, además de ser vehículo de vitaminas liposolubles, hace que se diferencien distintos tipos de carne (Ruiz, 2015).

La carne de los rumiantes es una fuente de ácidos grasos trans naturales, los cuales, no parecen tener el mismo efecto sobre la salud que los obtenidos de fuentes vegetales para fabricar productos de panadería y repostería que ejercen un mayor impacto sobre la enfermedad cardiovascular. Por otro lado, derivados cárnicos, como los embutidos, suelen tener un contenido graso superior y por ello se recomienda moderar su consumo (Valero *et al.*, 2010).

La cuantificación del contenido de grasa cruda (%) es una determinación que integra el análisis de un sistema biológico. Equivale al peso del residuo que se obtiene al exponer una muestra deshidratada (materia seca), de un sistema biológico, a un reflujo con un solvente orgánico no polar por un periodo de tiempo determinado. Este procedimiento extrae, además de grasas presentes en la muestra, todos los compuestos orgánicos solubles en el solvente utilizado, como: carotenoides, vitaminas liposolubles, esteroides e hidrocarburos (AOAC, 1990).

hierro y zinc. De 30 a 60 % del hierro de la carne es de alta biodisponibilidad (hierro hemo) y la presencia de esta en una ingesta del día puede aumentar la absorción del hierro presente en otros alimentos (Valero, 2010).

Una adecuada ingesta de hierro previene la anemia ferropénica (Cardero *et al.*, 2009). En el caso del zinc, su disponibilidad aumenta en presencia de la proteína. Sin un adecuado aporte de Zn en carnes, pueden aparecer deficiencias

nutricionales de este mineral. Además, las carnes, contienen cantidades significativas de otros minerales como cobre, magnesio, selenio, fósforo, cromo y níquel (Valero *et al.*, 2010).

La determinación de cenizas es referida como el análisis de residuos inorgánicos que quedan después de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica de un alimento. Es esencial el conocimiento básico de las características de varios métodos para analizar cenizas, así como el equipo para llevarlo a cabo para garantizar resultados confiables (AOAC, 1980).

**4.6.3. pH de la carne.** La carne es resultado de dos cambios que ocurren en músculo durante el periodo postmortem: establecimiento del rigor mortis y maduración. En el rigor mortis ocurre acidificación muscular, el pH desciende de 7.0-7.3 a valores entre 5.5 y 5.7 entre 6 y 12 horas posteriores al sacrificio. Esta condición levemente ácida permite que la carne sea menos susceptible a contaminación microbiana, lo cual favorece su conservación (Zimmerman, 2009).

El valor de pH se define como el logaritmo negativo de la concentración del ion hidrogeno ( $\text{mol L}^{-1}$ ).

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

El pH de un alimento se mide con un indicador de color o un pH-metro (potenciómetro). El pH aumenta a medida que el  $[\text{H}^+]$  disminuye. Prácticamente todos los alimentos tienen un valor de pH menor de 7.0 (Kirt *et al.*, 2011).

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. Localización del área donde se efectuó el estudio**

El experimento se realizó en el laboratorio químico-biológico y la Posta Zootécnica en las instalaciones de la Universidad del Papaloapan, ubicada en Loma Bonita, Oaxaca. Las coordenadas geográficas son: 95° 53' W, 18° 6' N. A una altura de 22 metros sobre el nivel del mar (INEGI, 2017).

### **5.2. Procedencia y manejo de los animales**

Los diez animales sacrificados se obtuvieron de un trabajo de investigación que se efectuó en la Posta Zootécnica de la Universidad del Papaloapan, donde estuvieron en un proceso de engorda con el objetivo de evaluar cinco dietas.

Una vez que los animales llegaron a un peso promedio de 35 kg, en un lapso de 90 días, previa adaptación a las dietas que recibieron, se transportó a los ovinos seleccionados para sacrificio al laboratorio químico-biológico de la Universidad del Papaloapan, en donde se llevó a cabo el sacrificio de los animales.

En todo momento se tomó en cuenta medidas sanitarias y de higiene rigurosas. Una vez que un animal fue sacrificado se procedió a efectuar el desprendimiento de piel, vísceras rojas, vísceras verdes y patas. Después se realizó la medición y pesado de las muestras que se obtuvieron de partes diferentes en cada animal como pierna, lomo y costilla.

### **5.3. Recolección de la muestra**

Los corderos fueron sacrificados con la finalidad de obtener canales para su evaluación fisicoquímica. Se registró el peso de la canal caliente inmediatamente después del sacrificio y el peso de la canal fría después de 48 h de reposo en refrigeración a 4 °C. Las características de la canal fueron evaluadas conforme a la Norma Oficial Mexicana de Clasificación de Carne de Ovino en Canal (NMXFF-106-SCFI-2006) que conjunta cuatro factores de evaluación (conformación, edad, peso y grado de engrasamiento).

La muestra se obtuvo de un experimento donde se evaluó el desarrollo de ovinos engordados con cinco diferentes dietas, de los cuales se seleccionaron dos animales de cada una de las dietas, la selección se realizó de modo aleatorio con lo cual se buscó no incidir sobre los resultados que se obtengan en el estudio.

Los animales fueron sacrificados por desangrado, realizando una pequeña incisión en la vena yugular y la arteria carótida, mientras se recolectó la sangre extraída para su consiguiente medición, procediendo a separar la piel, vísceras y extremidades obteniendo solo la canal para realizar el trabajo de evaluación fisicoquímica de la canal.

### **5.4. Tratamientos y diseño experimental**

Se evaluaron cinco tratamientos que consistieron en los animales sacrificados sometidos a un régimen alimenticio diferente, las dietas que se probaron fueron: Pastoreo con pasto estrella de África, Rastrojo de maíz, Maíz quebrado, Ensilado

de maíz y Tulipán (*Hibiscus rosa sinensis*). El experimento se desarrolló con un muestreo al azar utilizando la costilla, lomo y pierna de cada animal para las determinaciones fisicoquímicas. También se realizó mediciones morfológicas a la canal, extremidades y partes no correspondientes a la canal como sangre, vísceras verdes y rojas.

### **5.5. Variables evaluadas**

Durante el experimento se consideró evaluar diferentes características tanto físicas como químicas, dentro de las físicas se midió en base a la “metodología del manual para la evaluación de corderos en pie y en canal” de la Universidad Autónoma de Chihuahua: peso al sacrificio (kg), peso de la canal caliente (kg), peso de la canal fría (kg), merma (%), longitud de la canal (cm), espesor de grasa dorsal (mm) y rendimiento en canal (%), de las piezas anatómicas como pierna, brazuelo, lomo, costilla y pescuezo se tomó el peso (kg), longitud (cm), ancho (cm) y circunferencia (cm) (Desdémona *et al.*, 2007).

Para determinar el color de grasa se tomó una muestra de la capa subcutánea de la canal considerando los valores: 1=blanca, 2=blanca a cremosa, 3=cremosa a ligeramente amarilla, 4=amarilla. El color de carne se determinó observando entre la 12ava y 13ava costilla tomando valores de: 1=rojo claro, 2=rojo cereza, 3=rojo intenso, 4=rojo oscuro, 5=pálida (Desdémona *et al.*, 2007).

Para el análisis químico, se evaluó pH a 45 min y 24 h post-sacrificio, humedad (%), extracto etéreo (%), proteína (%) y cenizas (%).

**5.5.1. Variables químicas.** Se definen a continuación.

**5.5.1.1. Determinación de grasas (%).** La extracción de sustancias grasas de una muestra, se lleva a cabo por calentamiento continuo a reflujo con solventes de baja polaridad como éter de petróleo.

**Materiales, equipo y reactivos**

Materiales: dedales de extracción, papel encerado, pinzas para crisol.

Equipo: horno de laboratorio, aparato de extracción soxhlet, desecador, balanza analítica, rotavapor.

**Reactivos:** éter de petróleo.

**Metodología:**

- a) Pesar los matraces de extracción de 50 mL en una balanza analítica con aproximación de miligramos (sin tocarlos con los dedos) previamente puestos a peso constante.
- b) Pesar en un dedal de extracción manejado con pinzas, de 3 a 5 g de muestra seca con aproximación de miligramo.
- c) Colocar la muestra de carne de ovino en la unidad de extracción.
- d) Conectar al extractor el matraz con éter de petróleo a  $2/3$  del volumen total.
- e) Llevar a ebullición y ajustar el calentamiento de tal manera que se obtengan alrededor de 10 reflujos por hora. La duración de la

extracción dependerá de la cantidad de lípidos en la muestra; para materiales muy grasos será de 6 horas.

- f) Al terminar, evaporar el éter por destilación o con rotavapor para recuperar el éter de petróleo.
- g) Colocar el matraz en el horno durante 90 min para eliminar el éter.
- h) Enfriar los matraces en un desecador y pesarlos con aproximación de miligramos.

Determinar el % de extracto etéreo (% EE) de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\%EE = \frac{B-A}{M} * 100$$

$$\%EE = \frac{C_A-C_B}{M} * 100$$

Donde:

A=Peso del matraz a peso constante (g)

B=Peso del matraz con grasa (g)

CA=Cartucho con muestra antes de la extracción (g)

CB=Cartucho con muestra después de la extracción (g)

M=Muestra (g)

La metodología a utilizar está en concordancia con lo reportado por AOAC, 1997, método 920.39 (AOAC, 1997).

**5.6.2. Determinación de proteínas (%).** El nitrógeno de las muestras se digiere con ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) caliente más un agente catalítico que favorece la reacción convirtiendo todo el nitrógeno orgánico e inorgánico a nitrógeno amoniacal. El ion amonio (NH<sup>4+</sup>) se libera al agregar un álcali y destilar la muestra

por arrastre de vapor en ácido bórico ( $H_3BO_3$ ); con el cual forman iones amonio y, iones borato. La titulación se efectúa con un ácido estandarizado que en forma indirecta proporciona el contenido de nitrógeno. Su análisis se efectúa mediante el método de Kjeldahl o digestión Kjendahl.

### **Preparación de reactivos**

- NaOH al 50 %: Disolver 500 g de hidróxido de sodio (NaOH) agua destilada y diluir a 1,000 mL.
- Ácido bórico al 2 %: Disolver 20 g de ácido bórico en agua destilada y diluir a 1,000 mL.
- Solución indicadora: Solución con 0.2 % de rojo de metilo y 0.2 % azul de metileno.
- HCl al 0.1N: Si la pureza del HCl comercial a utilizar es de 37 %. Medir 8.3 mL de HCl concentrado y adicionarlo a un matraz aforado de 1 L y aforar con agua destilada, posteriormente valorarlo con carbonato de sodio [ $Na_2CO_3$ ].

### **Metodología:**

- a) Pesar 2 g de muestra (desengrasada) y colóquelo en el matraz Kjeldahl.
- b) Agregar 10 g de sulfato de potasio, 0.7 g de óxido de mercurio y 25 mL de ácido sulfúrico al 98 %.
- c) Colocar el matraz en el digestor en un ángulo inclinado y calentar a ebullición hasta que la solución se torne clara, continuar calentando

por 30 min más. Si se produce mucha espuma, adiciónale un poco de parafina.

- d) Dejar enfriar; durante el enfriamiento adicionar poco a poco alrededor de 300 mL de agua destilada y des-ionizada.
- e) Agregar 90 mL de solución de hidróxido de sodio al 50 % y tiosulfato de sodio al 5 % y mezclar.
- f) Conectar rápidamente el matraz a la unidad de destilación, calentar y recolectar 250 mL del destilado conteniendo 50 mL de ácido bórico al 2 % y 2 gotas de rojo de metilo-azul de metileno.
- g) Al terminar de destilar, remueva el matraz receptor, enjuague la punta del condensador y titule con la solución estándar de ácido clorhídrico.
- h) Determinar el contenido de nitrógeno en la muestra y posteriormente en % de proteína cruda mediante la siguiente ecuación.

$$\%N = \left( \left( \left( \frac{A * B}{C} \right) * 0.014 \right) * 100 \right)$$

Donde:

A=Ácido clorhídrico usado en la titulación (mL).

B=Normalidad del ácido estándar.

C=Peso de la muestra (g).

%N=Porcentaje de nitrógeno en la muestra.

%PC=Porcentaje de proteína cruda en la muestra.

La metodología usada fue de acuerdo a lo reportado por NMX-F-068-S-1980.

### **5.6.3. pH (potencial de hidrógeno)**

#### **Reactivos y materiales**

Los reactivos que a continuación se mencionan deben ser grado analítico, cuando se indique agua, se debe entender agua destilada libre de CO<sub>2</sub>.

Solución reguladora de pH 4.

Solución reguladora de pH 7.

Solución reguladora de pH 10.

#### **Materiales**

- a) Utensilios apropiados para abrir los envases.
- b) Agitador de vidrio.
- c) Termómetro.
- d) Vasos de precipitado.
- e) Balanza con = 0.1 g de sensibilidad.
- f) Embudo de separación.

#### **Aparatos e instrumentos**

- a) Potenciómetro con su(s) electrodo(s) correspondiente(s).
- b) Agitador mecánico o electromagnético.
- c) Licuadora o mortero.

## **Preparación de la muestra**

Los productos alimenticios podrán consistir de un líquido, una mezcla de líquido y sólido, los que pueden diferir en acidez. Otros productos alimenticios podrán ser semisólidos o de carácter sólido. Remover la porción sólida del tamiz y colocarla en una licuadora o mortero. Añadir de 10 a 20 mL de agua destilada recientemente hervida por cada 100 g de producto, con objeto de formar una pasta uniforme. Ajustar la temperatura a  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y determinar su pH.

## **Metodología**

Calibrar el potenciómetro con las soluciones reguladoras de pH4, pH7 y pH10 según la acidez del producto.

Tomar una porción de la muestra ya preparada, mezclarla bien por medio de un agitador y ajustar su temperatura a  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Sumergir el (los) electrodo(s) en la muestra de manera que los cubra perfectamente. Hacer la medición del pH. Sacar el (los) electrodo(s) y lavarlos con agua destilada.

La metodología utilizada fue la reportada por NMX-F-317-S-1978.

**5.6.4. Cenizas (Materia orgánica).** El material mineral se cuantifica mediante la incineración de la muestra hasta la obtención de un residuo inorgánico correspondiente a la fracción de cenizas.

## Material y equipo

Crisoles (50 mL)

Balanza digital de 200 g ± 1 g

Pinzas para crisol

Mufla

Mechero bunsen

Desecador

## Metodología

Poner el crisol 50 mL a peso constante.

Pesar 2 g de muestra fresca o deshidratada en el crisol previamente a peso constante.

Colocar el crisol con muestra en una mufla y calcinarlo a 550 °C por 1 hora.

Dejar que la temperatura baje a 100 °C.

Colocar el crisol en desecador y dejar enfriar.

Pesar cuidadosamente el crisol conteniendo las cenizas.

Obtener el % de Cenizas (%C) mediante la siguiente ecuación:

$$\%C = \frac{B - A}{M} * 100$$

Donde:

A=Peso del crisol vacío a peso constante.

B=Peso del crisol con cenizas.

M=Peso de la muestra.

La metodología utilizada es la reportada por AOAC, 1997, método 920.03 (AOAC, 1997).

**5.6.5. Determinación de humedad.** La humedad se considera como la pérdida de masa que sufre un material cuando se calienta a temperatura cercana al punto de ebullición del agua, durante un tiempo seleccionado o bien hasta que dos pesadas sucesivas no difieran en más de 3 mg.

### **Material y equipo**

Crisoles

Balanza digital

Estufa de vacío

Desecador

### **Metodología**

Poner a peso constante los crisoles a utilizar.

Pesar 2 g de la muestra en el crisol previamente a peso constante.

Colocar la muestra en una estufa de vacío a una temperatura de 98-100 °C durante 5 horas.

Dejar enfriar el crisol con la muestra en un desecador.

Pesar nuevamente el crisol con la muestra cuidando que el material no esté expuesto al medio ambiente.

Determinar el % de Humedad (%H) utilizando la siguiente ecuación:

$$\%H = \frac{PI - PF}{PI - PC} * 100$$

Donde:

PC=Peso del crisol sin muestra (g) a peso constante

PI=Peso del crisol con muestra fresca (g)

PF=Peso del crisol con muestra seca (g)

La metodología utilizada es la reportada por AOAC, 1997, método 925.09 (AOAC, 1997).

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Rendimiento de la canal de acuerdo al tipo de alimentación

**6.1.1. Peso al sacrificio.** Fue estadísticamente diferente entre tratamientos siendo mayor en la dieta a base de grano de maíz quebrado (37.7 kg), que superó en 28.4 % a rastrojo de maíz, en 25.5 % a ensilado de maíz e *Hibiscus* y en 18.8 % al testigo en pastoreo (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Componentes de rendimiento de la canal ovina de acuerdo con el tipo de alimentación. Loma Bonita, Oaxaca, México.**

	Rastrojo de maíz	Ensilado de maíz	Tulipán <i>Hibiscus</i>	Maíz quebrado	Testigo	Media	Dms	Cv
PSA	27.0 c	28.1 bc	28.0 c	37.7 a	30.6 b	30.2	2.7	4.2
PCC	10.4 c	10.9 c	10.6 c	16.7 a	12.0 b	12.1	0.9	3.5
PCF	10.1 c	10.5 c	10.0 c	16.5 a	11.8 b	11.8	0.8	3.2
DIF	2.5 bc	3.7 ab	4.7 a	1.0 c	1.1 c	2.6	2.0	35.9
LCA	70.0 ab	56.5 b	75.5 ab	79.5 a	64.5 ab	70.8	26.4	17.0
EPG	0.3 a	1.2 a	0.3 a	1.4 a	0.5 a	0.7	1.2	26.4
RCA	38.5 b	38.8 b	38.0 b	44.3 a	40.0 b	40.0	3.3	3.9

PSA=Peso al sacrificio (kg), PCC=Peso de la canal caliente (kg), PCF=Peso de la canal fría (kg), DIF=Merma (%) o diferencia entre PCC y PCF, LCA=Longitud de la canal (cm), EPG=Espesor de la grasa dorsal (mm). RCA=Rendimiento en canal (%) Dms=Diferencia mínima significativa de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). CV=Coeficiente de variación (%). abc=Literales iguales dentro de hileras no son estadísticamente diferentes a una  $P \leq 0.05$ .

El mayor peso de los animales con grano de maíz implicó que los ovinos que recibieron la ración con este cereal fueron más eficientes para convertir el alimento en músculo. Partida *et al.* (2017) notificaron que en México el peso de matanza de ovinos en sistemas extensivos es de 34.8 kg en hembras y de 37.8 kg en machos, semejante a lo encontrado en este estudio con grano de maíz quebrado, no así en el resto de los tratamientos probados; aunque este autor detalló que el peso al sacrificio cambia con el sistema de producción.

**6.1.2. Peso de la canal caliente.** El peso de canal caliente fue la variable que más diferencias obtuvo, cuando se ofreció grano de maíz quebrado el peso de la canal caliente fue de 16.7 kg, superior en 28.1 % a lo registrado en pastoreo y entre 34 a 37 % en el resto de las dietas que se probaron (Cuadro 1). El peso de la canal caliente con grano de maíz es equivalente al obtenido por Zewide *et al.* (2019) quienes encontraron un peso al sacrificio en ovinos de pelo de 16.4 kg en el grupo testigo.

Un peso superior de la canal caliente en ovinos que recibieron grano de maíz quebrado en la dieta pudo generar un incremento de glucógeno en músculo, ya que se trata de un homopolímero de glucosa análogo al almidón vegetal, pero con un grado mayor de ramificación al de la amilopectina (Rodwell, 2016), al ser el principal componente en la dieta con grano de maíz, la ingesta de dicho cereal por los ovinos se tradujo en un peso superior de los animales.

**6.1.3. Peso de la canal fría.** El peso de la canal fría fue de 16.5 kg con grano de maíz quebrado, superior entre 36 a 39.0 % con relación a *Hibiscus*, ensilado y rastrojo de maíz, y en 28.4 % si se compara con el testigo (Cuadro 1). En un ensayo tendiente a medir la calidad de la carne de corderos en un sistema intensivo, se notó que ovinos Pelibuey blanco alimentados 90 días con concentrados (maíz o sorgo, pasta de soya), forraje (heno de alfalfa y/o ensilado de maíz) y sales minerales, el peso de la canal después de 18 h de refrigeración fue de 19.8 kg (Desdémona *et al.*, 2020).

Al obtener los pesos de la canal en frío a las 24 h post-mortem no se obtuvieron diferencias importantes entre el peso de la canal en frío con relación al peso de la canal caliente y los porcentajes obtenidos son similares.

**6.1.4. Merma.** La merma más significativa se obtuvo con la dieta de *Hibiscus* con una reducción de 4.7 % de rendimiento en canal. En ensilado y pastoreo la merma fue de 3.7 y 3.2 %, respectivamente (Cuadro 1), asociada a humedad en la canal. Sin embargo, con grano de maíz la pérdida fue de 1.0 %, dejando en claro que la alimentación incide en las características finales de la canal ovina. La merma obtenida con *Hibiscus* es entendible, ya que al tratarse de un ingrediente con alto contenido de humedad al perderse el agua origina una merma superior si se compara con otras dietas que son más secas o que su contenido de agua es menor.

**6.1.5. Largo de canal.** En el largo de la canal la mayor diferencia fue en la dieta de grano de maíz quebrado (79.5 cm) y la menor longitud en la dieta de ensilado de maíz (Cuadro 1). Macías *et al.*, (2010) evaluaron canales de corderos Pelibuey x Dorper y reportaron una longitud de la canal de 63 cm. Aunque Kumar *et al.* (2018) informaron en ovinos una longitud de la canal de 52.3 cm.

Aquí es importante hacer notar que la conformación de los animales puede ser distinta por factores como: patrimonio genético, sexo, edad o raza. La alimentación basada en maíz quebrado aporta aminoácidos esenciales al organismo para su desarrollo, ocasionando que los animales no solo sean de mayor peso, sino que su talla se incrementó y es por ello que los animales en esta dieta tuvieron una longitud de la canal mayor a lo observado en el resto de los tratamientos de alimentación que se probaron.

**6.1.6. Espesor de grasa dorsal.** Esta variable no mostró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos de alimentación en estudio (Cuadro 1), aunque en términos numéricos los tratamientos a base de maíz quebrado y ensilado tuvieron una mayor acumulación de grasa dado que fueron animales con mejores ganancias de peso al sacrificio.

**6.1.7. Rendimiento en canal.** El rendimiento en canal fue mayor en la dieta con grano de maíz quebrado (44.3 %) superior a los tratamientos que se probaron, ya que fueron animales más pesados por efecto de la alimentación que

recibieron. Cabrera *et al.* (2007) alimentaron, durante 90 días, a ovinos con sorgo forrajero *ad libitum* y estimaron un rendimiento en canal de 43.5 % muy similar al obtenido en la presente investigación. Partida *et al.* (2017) informaron un rendimiento en canal para ovinos en sistema semi-intensivo de 42 % en hembras de 42.1 kg de peso al sacrificio y 47 % de rendimiento en canal en machos que pesaron a la matanza 43.9 kg, corroborando que a mayor peso de los animales el rendimiento en canal se modifica.

## **6.2. Calidad de canal ovina de acuerdo a la parte anatómica y alimentación**

**6.2.1. Pierna (peso, longitud, ancho y circunferencia).** Se modificó el peso de pierna en ovinos por la alimentación, varió de 1.24 kg (rastrojo e *Hibiscus*) a 2.20 kg con grano de maíz quebrado (Cuadro 2). Kawecka *et al.* (2018) reportaron un peso de pierna de 1.04 kg. Diba *et al.* (2015) calcularon un peso de pierna de 1.58 kg para ovinos en pastoreo. Hernández *et al.* (2012) en ovinos Pelibuey consumiendo *Canavalia*, censaron un peso de la pierna de 2.6 kg, con dietas que contenían 17 % de proteína.

El peso de la pierna al igual que las partes anatómicas del animal se modificaron por la dieta, siendo el maíz quebrado quien suministró un alto contenido de almidón y ejerció un efecto sobre el peso y tamaño de los ovinos.

La longitud de la pierna fue menor en rastrojo de maíz, *Hibiscus* y pastoreo (35 a 36 cm), la mayor longitud se alcanzó con maíz quebrado (40.5 cm) (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Calidad de la canal ovina por componente anatómica y en función del tipo de alimentación. Loma Bonita, Oaxaca, México.**

		Rastrojo	Ensilado	Hibiscus	Quebrado	Testigo	Media	Dms	Cv
Pierna	P	1.24c	1.40b	1.24c	2.20a	1.40b	1.48	0.10	2.3
	L	35.0b	36.3ab	36.0b	40.5a	35.5b	36.7	4.40	5.5
	A	13.5a	14.5a	13.8a	20.0a	16.8a	15.7	7.00	20.4
	C	28.5b	28.0b	29.0b	37.5a	31.5b	30.9	5.50	8.1
Brazuelo	P	1.13c	1.15c	1.21b	1.75a	1.20b	1.29	0.04	1.3
	L	29.0a	31.8a	29.5a	34.5a	32.0a	31.4	12.6	18.4
	A	11.5a	11.8a	11.5a	16.5a	15.0a	13.3	6.33	21.8
	C	21.8a	22.3a	21.5a	28.5a	26.0a	24.0	7.78	14.8
Lomo	P	0.71c	0.84b	0.73c	2.57a	0.78bc	1.13	0.10	4.1
	L	19.8ab	19.5ab	18.0b	21.5a	21.3a	20.0	2.80	6.4
	A	13.5b	12.5b	13.3b	15.5a	13.8ab	13.7	1.91	6.4
	C	24.0c	25.5b	25.3b	30.5a	24.7bc	26.0	0.93	1.6
Costilla	P	1.47ab	1.65a	1.50ab	1.72a	1.20b	1.50	0.29	9.0
	L	52.0a	52.5a	53.0a	55.0a	49.7a	52.4	9.85	8.6
	A	31.5ab	28.5b	32.ab	36.5a	30.8ab	31.8	7.55	10.8
Pescuezo	P	0.79	1.31a	0.78a	1.05a	0.84a	0.95	0.55	26.8

P=Peso (kg), L=Longitud (cm), A=Ancho (cm), C=Circunferencia (cm). Dms=Diferencia mínima significativa de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). CV=Coeficiente de variación (%). abc=Literales iguales dentro de hileras no son estadísticamente diferentes a una  $P \leq 0.05$ .

En una valoración de canales ovinas en México Partida *et al.* (2017) declararon para sistemas intensivos una longitud de la pierna de 36.5 cm en corderos.

El ancho de la pierna no exhibió diferencias entre dietas y aportó valores de 13.5 a 20.0 cm (Cuadro 2). Bianchi *et al.* (2005) en corderos muestran un ancho de la pierna de 19.8 cm en la raza corriedale y 22.7 cm en Hampshire Down x Corriedale, lo que indica que ovinos de distintas razas aportan un ancho de la pierna diferente.

La circunferencia de pierna fue inferior en cuatro dietas (28 a 31.5 cm), y estadísticamente superior en ovinos que comieron grano de maíz quebrado (37.5 cm) (Cuadro 2). Cardoso *et al.* (2013) determinaron una circunferencia de pierna de 37.8 cm en ovinos de cruzas entre grupos raciales Texel, Santa Inés e Ile de France. Silva *et al.* (2020) en corderos adaptados a clima tropical calcularon una circunferencia de pierna de 38.7 centímetros. Animales con mejores cualidades para la producción tienden a tener mejor conformación en cuanto a peso, longitud, ancho y circunferencia de la pierna (De la fuente *et al.*, 2009).

**6.2.2. Brazuelo (peso, longitud, ancho y circunferencia).** Se obtuvo diferencias significativas en peso del brazuelo, 1.13 kg (rastrojo) y 1.75 kg en grano de maíz quebrado ( $P \leq 0.05$ , Cuadro 2). En un ensayo con ovinos en pastoreo se detectó un peso de brazuelo de 1.16 kg (Diba *et al.*, 2015).

Longitud de brazuelo no varió entre dietas (29 a 34.5 cm) (Cuadro 2). Ancho de brazuelo fue estadísticamente similar entre tratamientos (11.5 a 16.5 cm, Cuadro 2). Hernández *et al.* (2012) hallaron un ancho de brazuelo de 21.5 cm en corderas

Pelibuey. Finalmente, en circunferencia de brazuelo no existieron variantes en términos estadísticos y osciló entre 21.8 y 28.5 cm (Cuadro 2).

Un peso, longitud, ancho y circunferencia de brazuelo inferiores se tuvieron en las dietas rastrojo de maíz, ensilado de maíz e *Hibiscus*, en estas dietas el aporte energético debió ser menos eficiente para generar músculo en los animales, independientemente de la raza, que como se indicó previamente se trabajó con ovinos de pelo, cuyas ganancias de peso llegan a ser distintas a los de razas cárnicas especializadas distintas a las que se adaptan a trópico húmedo; aun así se notó un efecto superior de las piezas que se obtuvieron con grano de maíz.

**6.2.3. Lomo (peso, longitud, ancho y circunferencia).** En los cuatro tratamientos, el peso del lomo varió de 0.71 a 0.84 kg, distinto del tratamiento de grano de maíz quebrado (2.57 kg) (Cuadro 2). Diba *et al.* (2015) mostró en ovinos un peso de lomo de 1.28 a 1.47 kg. Aunque Torres *et al.* (2020) en ovinos Santa Inés calcularon en lomo valores de 0.77 a 0.79 kg.

Longitud del lomo no varió estadísticamente entre dietas (18 a 21.5 cm) (Cuadro 2). Ancho de lomo fue bajo en ensilado, rastrojo e *Hibiscus* (12.5 a 13.5 cm), con relación a maíz quebrado que alcanzó un ancho de 15.5 cm (Cuadro 2). Hernández *et al.* (2012) midieron un ancho de lomo de 18.4 cm en corderas que recibían una ración con 19.8 % de proteína. La mayor circunferencia de lomo fue con maíz quebrado (30.5 cm) y la menor fue con rastrojo de maíz (Cuadro 2).

El tratamiento con maíz quebrado dio mejores resultados en cuanto a peso, longitud, ancho y circunferencia de las partes anatómicas de la canal, así como de la canal misma, y del lomo en particular. Esto debido a la eficiencia que mostraron los borregos que recibieron un aporte energético del almidón proveniente del grano de maíz

Aunado a lo anterior, las condiciones de confinamiento en que se produjeron los animales disminuyó la incidencia de parásitos gastrointestinales, reforzado con el uso de desparasitantes. Además, se controlaron enfermedades con el uso de vacunas, como se indicó previamente, y las enfermedades no fueron un problema, el encierro ayudó a disminuir los pediluvios, aunado a que al contar con galeras techadas se controló las altas temperaturas que en trópico generan que los animales modifiquen su consumo de alimento y de agua.

**6.2.4. Costilla (peso, longitud y ancho).** El peso de costilla fue superior con grano de maíz quebrado (1.72 kg) y ensilado (1.65 kg), mientras que el menor peso fue en pastoreo (1.20 kg, Cuadro 2). Diba *et al.* (2015) valoró un peso de costilla de 1.0 a 1.2 kg, similar a Cantón *et al.* (2019) con un peso de costilla (rack) de 0.93 kg en corderos. Torres *et al.* (2020) en ovinos Santa Inés declaró un peso de costilla de 1.24 kg. Longitud de costilla no varió entre dietas (47.9 a 55 cm) (Cuadro 2). El ancho de costilla más alto se obtuvo con grano de maíz quebrado (36.5 cm) y el menor se registró en la dieta ensilado de maíz (28.5 cm).

La costilla es una parte importante en la anatomía del ovino, y su grado de desarrollo está en función directa de la alimentación que reciben los animales, razón que pone en evidencia el que las mediciones en animales que consumieron *Hibiscus*, rastrojo o ensilado no tuvieron un aporte energético que permitió un desarrollo importante como si sucedió en aquellos animales que consumieron grano de maíz quebrado; o en aquellos ovinos que estuvieron en pastoreo.

**6.2.5. Pescuezo (peso).** El peso del pescuezo no manifestó diferencias estadísticas significativas entre dietas y osciló de 0.79 a 1.31 kg (Cuadro 2). Diba *et al.* (2015) estimaron en ovinos un peso del pescuezo de 0.58 a 0.75 kg. Por su parte, Torres *et al.* (2020) en ovinos Santa Inés reportaron un peso del pescuezo de 1.23 kilogramos.

### **6.3. Calidad de la canal ovina en función de la alimentación**

**6.3.1. pH de la carne ovina.** El pH a los 45 min fue distinto entre dietas siendo mayor en animales que recibieron *Hibiscus* (pH=6.6) y menor en animales alimentados con maíz quebrado (pH=6.0) (Cuadro 3), dicho comportamiento se explica porque con tulipán la canal acumuló más humedad que con maíz quebrado. Du *et al.* (2019) midieron un pH inicial de 6.32 para ovinos en pastoreo. En este estudio a las 24 h post mortem no existieron diferencias entre dietas para

pH el cual fue de 5.65 (rastrajo de maíz) a 5.78 para animales en pastoreo (Cuadro 3).

Partida *et al.* (2017) valoraron para corderos en sistemas semi-intensivos un pH de 5.5, afirmaron que este valor en carne ovina es deseable, y se alcanza porque el ovino es una especie poco susceptible a estrés durante el proceso de matanza.

**Cuadro 3. Calidad de la canal ovina en función del tipo de alimentación que recibieron los animales. Loma Bonita, Oaxaca, México.**

	Rastrojo	Ensilado	Hibiscus	Quebrado	Testigo	Media	Dms	Cv
pH45	6.27 ab	6.46 ab	6.60 a	6.00 b	6.09 ab	6.28	0.60	4.4
pH24	5.65 a	5.71 a	5.65 a	5.67 a	5.78 a	5.69	0.39	3.2
HUM	77.1 a	73.9 bc	74.5 bc	72.3 c	75.2 ab	74.6	2.6	1.5
E.E.	19.9 a	28.9 a	23.8 a	36.5 a	25.9 a	27.0	19.3	32.8
PROT	17.3 a	17.3 a	17.5 a	18.2 a	17.4 a	17.5	2.30	5.9
CEN	3.40 a	3.55 a	2.35 a	2.70 a	2.60 a	2.92	1.55	24.3
COCR	2.25 b	3.0 a	3.0 a	3.0 a	3.0 a	2.85	0.28	4.5
COGR	3.0 a	3.0 a	2.75 a	3.0 a	3.0 a	2.95	0.30	4.4

pH45=pH después 45 minutos post mortem, pH=24 horas post mortem, HUM=Humedad de la canal (%), E.E.=Extracto etéreo (Grasa en %), PROT=Contenido de proteína (%), CEN=Cenizas (%), COCR=Color de la canal (Escala: 1=Rojo claro, 2=Rojo cereza, 3=Rojo intenso, 4=Rojo oscuro, 5=Rojo pálido). COGR=Color de la grasa (Escala: 1=Blanca, 2=Blanca a cremosa, 3=Cremosa a ligeramente amarilla, 4=Amarilla). Dms=Diferencia mínima significativa de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). CV=Coeficiente de variación (%). abc=Literales iguales dentro de hileras no son estadísticamente diferentes a una  $P \leq 0.05$ .

Du *et al.* (2019) en ovinos en pastoreo obtuvieron un pH a las 24 horas de 5.89, enfatizando que el pH es un importante indicador de calidad si se encuentra entre 6 y 7; después de 1 h post mortem, el pH de la carne comienza a descender.

La ausencia de significancia estadística entre los cinco tratamientos de alimentación que se probaron sugiere que previo al sacrificio el aporte energético de las dietas que recibieron los animales permitió suficiente acumulación de glucógeno, que es el metabolito relacionado con la modulación del pH en la carne (Hernández *et al.*, 2019). Además, al sacrificar a los ovinos se usaron técnicas humanitarias según la NOM-033-ZOO-1995 (DOF, 2014), y los animales no sufrieron estrés al trasladarse de la granja al laboratorio, efectuándose el traslado a las 7:00 a.m. asegurando tranquilidad de los ovinos antes del sacrificio.

**6.3.2. Humedad de la carne.** El contenido de humedad fue estadísticamente superior en las dietas rastrojo de maíz (77.1 %) y pastoreo (75.2 %) (Cuadro 3). Rastrojo de maíz por ser un alimento seco promovió un mayor consumo de agua en los ovinos. En pastoreo los animales al ingerir pasto estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*), recibían altos contenidos de agua que varían con la edad de rebrote del pasto de 83.2 % (18 días) a 76.2 % a los 21 días de edad (Dormond *et al.*, 1998).

Karaca *et al.* (2016) midieron en corderos el rendimiento en canal e informaron que el contenido de humedad en la canal fue de 75.0 %. Este último valor es muy cercano a lo observado en los diferentes tratamientos que se probaron en la

presente investigación, indicando que la carne obtenida al presentar un adecuado porcentaje de humedad aportará jugosidad a la carne ovina.

Gashu *et al.* (2017) en ovinos alimentados con heno de pasto y concentrados notificaron una humedad en la canal de 73.6 %, concordando con la dieta de grano de maíz quebrado de este estudio. En consecuencia, se notó una tendencia de que la carne con un menor contenido de humedad (grano de maíz quebrado) presentó mayor deposición de grasa; y, por el contrario, las canales producidas con rastrojo y pastoreo tenían más humedad, pero registraron una menor acumulación de grasa.

El alto consumo de agua en los ovinos que recibieron alimentos secos como rastrojo de maíz, se diferenció de los alimentos con contenidos elevados de agua, tal fue el caso de ensilado de maíz, pasto estrella e *Hibiscus*. De esta manera los granos, al ser secos aportaron un contenido mayor de glucógeno al tejido animal generando una mayor cantidad de grasa intramuscular.

**6.3.3. Extracto etéreo.** Esta variable no mostró diferencias estadísticas significativas entre dietas oscilando de 19.9 % (rastrojo) a 36.5 % (grano de maíz quebrado) (Cuadro 3). Feijoo *et al.* (2018) señalaron que la grasa alcanza 30 % en carne ovina. Du *et al.* (2019) cuantificaron un valor de grasa de 22.0 % en carne ovina producida con pastos, y 28.5 % de grasa a nivel del músculo *Longissimus lumborum* cuando se ofreció heno de pastos. Carvalho *et al.* (2016) en ovinos de 30 kg de peso encontraron en la canal un contenido de grasa de

19.9 %. Martínez (2007), indicó que la calidad en carne ovina se asocia con el contenido de grasa, que a su vez se relaciona con la ternura, jugosidad, aroma y palatabilidad.

**6.3.4. Contenido de proteína.** En la componente proteína no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos oscilando en 17.3 % (rastrajo, ensilado) y 18.2 % (maíz quebrado) (Cuadro 3). Kawecka *et al.* (2018) hicieron saber que, para corderos en pastoreo, suplementados con 0.4 kg de alimento comercial, el contenido proteico fue de 19.4 %. Por su parte, Gashu *et al.* (2017) en corderos midieron en el músculo *Longissimus dorsi* 20.1 % de proteína. Kumar *et al.* (2018) en ovinos reportaron 19.7 % de proteína en la canal.

**6.3.5. Contenido de cenizas.** En contenido de cenizas en carne no se encontraron diferencias significativas obteniendo valores de 2.35 a 3.55 % (Cuadro 3). Rego *et al.* (2017) evaluaron el perfil de ácidos grasos y calidad de la canal en ovinos texel, obtuvieron 3.83 % de cenizas. Gashu *et al.* (2017) reportaron 1.89 % de cenizas en ovinos sin castrar y 1.83 % en ovinos castrados. Esta última información concuerda con Kawecka *et al.* (2018) que en canales ovinas determinaron un contenido de cenizas de 1.07 %.

**6.3.6. Color de la canal ovina.** Con rastrojo de maíz fue menos deseable (tendencia hacia rojo cereza), ya que en los demás tratamientos alcanzó 3.0 que significa color de carne rojo intenso (Cuadro 3), sugiriendo que la mioglobina, no determinada, pudo variar por la alimentación. Hernández *et al.* (2019), destacaron que el color es el atributo de calidad que mejor percibe el consumidor indicando frescura y calidad en la carne ovina. El color cambia con la edad, especie, sexo, tipo de corte de la canal, deterioro, secado de la canal, pH del músculo y dieta (Amha, 2008).

**6.3.7. Color de la grasa.** El color de la grasa fue similar entre dietas, solo en la dieta de *Hibiscus* se notó grasa blanca a cremosa en canal ovina, en otros tratamientos el color de la grasa fue de 3.0 (Cuadro 3), siendo grasa cremosa a ligeramente amarilla, debido a la oxidación o presencia de carotenoides en las cuatro dietas diferentes a *Hibiscus* que concentra clorofila en sus hojas.

Hernández *et al.* (2019) apuntaron que un color amarillo en carne indica betacarotenos en grasa, declarando que un mayor consumo de forraje genera deposición de betacarotenos. Tal pigmento absorbe longitudes de onda de 450 a 510 nm y en tejido adiposo cambia la reflectancia de la grasa en ese intervalo (de Oliveira *et al.*, 2012).

#### **6.4. Calidad de la canal ovina de diferentes piezas (partes anatómicas) en función del tipo de alimentación que recibieron los animales**

**6.4.1. Potencial de hidrógeno (pH).** Lomo varió en su composición química con un mayor pH a los 45 min de 6.58 en la dieta de *Hibiscus*, la dieta de maíz quebrado estuvo en otra significancia (pH=5.87). A las 24 h post-mortem el pH del lomo no presentó diferencias entre dietas (Cuadro 4).

Zewide *et al.* (2019) en corderos que consumieron ensilado de pasto y concentrado, el pH 45 min fue de 6.13 a 6.40 en el músculo *Longissimus dorsi*; 24 h post-mortem cambió el pH (5.20 a 6.19) por la alimentación.

Payne *et al.* (2020) midieron en músculo *Longissimus thoraci* un pH de 5.58 a 5.80 a las 24 h post-mortem de ovinos. Pérez *et al.* (2019) calcularon un pH 24 h de 5.58 en el músculo *Longissimus dorsi* de corderos, afirmando que es deseable para conservar carne ovina.

En pierna el pH 45 min post-mortem fue más alto en las dietas de *Hibiscus* (6.60) y ensilado de maíz (6.55) y el pH más bajo ocurrió con grano de maíz quebrado (pH=5.9) y pastoreo (pH=6.02). A las 24 h post-mortem el pH en pierna no varió significativamente (pH de 5.58 a 5.72).

Desdémona (2016) midió el pH 2 h post-mortem en pierna de corderos, varió de 6.09 a 6.30. Sin embargo, el pH 24 h fue de 5.85 a 6.10 interpretando que el pH se asocia con glucógeno que participará en glucólisis en músculo, y a su vez incide sobre la producción de ácido láctico.

**Cuadro 4. Calidad de la canal ovina de diferentes partes anatómicas en función del tipo de alimentación. Loma Bonita, Oaxaca, México.**

FV	PA	Rastrojo	Ensilado	Hibiscus	Quebrado	Testigo	Media	Dms	Cv
pH45	Lomo	6.24ab	6.31ab	6.58a	5.87b	5.91b	6.18	0.53	5.1
	Pierna	6.32ab	6.55a	6.60a	5.90b	6.02b	5.28	0.52	4.9
	Costilla	6.27a	6.50a	6.63a	6.21a	6.35a	6.39	0.58	5.4
pH24	Lomo	5.57a	5.61a	5.54a	5.75a	5.80a	5.66	0.27	2.8
	Pierna	5.63a	5.72a	5.63a	5.58a	5.68a	5.65	0.25	2.6
	Costilla	5.74a	5.80a	5.79a	5.67a	5.85a	5.77	0.51	5.2
HUM	Lomo	77.78a	73.86b	74.60b	71.88c	76.72a	75.00	1.59	1.3
	Pierna	76.42a	74.05ab	74.39ab	72.18b	73.55ab	74.10	3.58	2.9
	Costilla	77.11a	73.95bc	74.49bc	72.90c	75.01b	74.70	1.80	1.4
E.E.	Lomo	17.4b	28.85ab	20.07b	40.96a	24.7ab	26.40	19.00	42.5
	Pierna	21.60a	28.26a	20.30a	26.0a	24.23a	24.00	15.51	38.0
	Costilla	20.90b	29.78b	31.05b	42.33a	28.52b	30.50	10.36	20.0
PROT	Lomo	17.00a	17.02a	17.90a	17.80a	17.26a	17.40	1.85	6.3
	Pierna	17.53a	17.11a	17.46a	18.56a	18.16a	17.80	1.62	5.4
	Costilla	17.18a	17.66a	17.10a	18.13a	16.86	17.40	1.95	6.6
CEN	Lomo	2.83ab	3.34a	2.44ab	1.97b	1.96b	2.50	1.18	27.7
	Pierna	5.10a	3.11ab	2.35b	3.34ab	3.28ab	3.40	2.30	39.4
	Costilla	2.22b	4.11a	2.20b	2.75ab	1.54c	2.60	1.45	33.3
COCR	Lomo	2.25b	3.00a	3.00a	3.00a	3.00a	2.85	0.21	4.3
	Pierna	2.20b	3.00a	3.00a	3.00a	3.00a	2.80	0.20	4.2
	Costilla	2.19b	3.00a	3.00a	3.00a	3.00a	2.85	0.20	4.3
COGR	Lomo	3.00a	3.00a	2.75b	3.00a	3.00a	2.95	0.21	4.2
	Pierna	3.00a	3.00a	2.70b	3.00a	3.00a	2.90	0.20	4.1
	Costilla	3.00a	3.00a	2.80b	3.00a	3.00a	2.95	0.21	4.0

pH45= pH después 45 minutos post mortem, pH=24 horas post mortem, HUM=Humedad de la canal (%), E.E.=Extracto etéreo (Grasa en %), PROT= Contenido de proteína (%), CEN=Cenizas (%), COCR=Color de la canal (Escala: 1=Rojo claro, 2=Rojo cereza, 3=Rojo intenso, 4=Rojo oscuro, 5=Rojo pálido). COGR=Color de la grasa (Escala: 1=Blanca, 2=Blanca a cremosa, 3=Cremosa a ligeramente amarilla, 4=Amarilla). FV=Fuente de variación, PA=Parte anatómica. Dms=Diferencia mínima significativa de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). CV=Coeficiente de variación (%). abc=Literales iguales dentro de hileras no son estadísticamente diferentes a una  $P \leq 0.05$ .

El glucógeno en los músculos de la canal debe ser lo más alto posible, con el fin de desarrollar la máxima cantidad de ácido láctico en la carne. Este ácido le da a la carne un pH ideal medido 24 horas después del sacrificio el pH alcanza un valor de 6.2, pudiendo ser menor a dicho valor (FAO, 2001).

Sañudo *et al.* (2005) encontraron un pH final de 5.81 en corderos, similar a Hernández *et al.* (2019) quienes en corderas Pelibuey en pastoreo determinaron que el pH en músculo *bíceps femoris* a las 24 h descendió de 6.0 a 5.4 entre el día 1 y el 21, siendo valores aceptables para canal ovina.

Los resultados obtenidos en la presente investigación se encuentran dentro del rango aceptable para canales ovinas, esto indica que previo al sacrificio los ovinos no estuvieron bajo estrés. El glucógeno del músculo se quema cuando los aportes de energía de la glucosa, y de los ácidos grasos presentes en la sangre, no son suficientes. El consumo de glucógeno también se incrementa cuando aumentan los niveles de adrenalina en la sangre (estrés).

Sería importante realizar en trabajos próximos la medición del glucógeno en la carne ovina, ya que la cantidad de glucógeno que hay en los músculos antes del sacrificio de los animales depende de factores que causen estrés físico y fisiológico en los ovinos (Serrano *et al.*, 2012).

**6.4.2. Humedad de la carne.** La humedad en lomo fue distinta entre dietas, la máxima se tuvo en canales que recibieron rastrojo de maíz (77.78 %) y pastoreo (76.72 %), y la humedad más baja se tuvo en canales de animales que

consumieron maíz quebrado (Cuadro 4). Zewide *et al.* (2019) en corderos alimentados con ensilado de pastos y suplementación con concentrados, valoraron un contenido de humedad en lomo de 71.3 a 73.5 % que se modificó por la alimentación de los corderos.

En pierna la humedad sobresalió con rastrojo de maíz (76.42 %) y el menor contenido se tuvo con grano de maíz quebrado. Por su parte la humedad en costilla de ovinos destacó en la dieta rastrojo de maíz (77.11 %) y fue estadísticamente diferente del testigo (Cuadro 4).

Los contenidos de humedad en la carne de animales sacrificados que se habían sometido a un régimen alimenticio diferente con productos vegetales no convencionales, se explican por un consumo voluntario de agua diferente, siendo mayor cuando los animales recibieron alimentos en base seca como lo es el rastrojo de maíz y debió ser menor cuando los animales consumieron ensilado de maíz o estuvieron en condiciones de pastoreo.

**6.4.3. Extracto etéreo.** La menor concentración de grasa en lomo fue de 17.4 % en rastrojo de maíz y la más alta con grano de maíz quebrado (30.10 %) (Cuadro 4). Du *et al.* (2019) cuantificaron grasa en ovinos que varió con la alimentación, alcanzando valores de 22.06 % (pastoreo) a 28.57 % (henificado), los autores aseguraron que grandes cantidades de grasa se extraen de la carne como resultado de procesos catabólicos finales.

En pierna el extracto etéreo (21.6 a 28.3 %) no varió significativamente (Cuadro 4). Carvalho *et al.* (2016) en pierna de ovinos texel de 40 kg hallaron 15 % de grasa. En costilla el mayor contenido de grasa se registró al dar grano de maíz (32.3 %) y el menor en corderos que recibieron en su dieta rastrojo de maíz, *Hibiscus* y pastoreo. El contenido de grasa en costilla de ovinos de 40 kg se estimó en 28.7 % (Carvalho *et al.*, 2016).

De la información anterior se desprende que los animales que ganaron más peso no solo alcanzaron una talla superior, sino que tuvieron una mayor acumulación de grasa. Por otra parte, los animales que se alimentaron con *Hibiscus*, rastrojo de maíz y pastoreo fueron más magros, situación que puede despertar interés en el mercado de cortes finos, donde es muy apreciado un bajo contenido de grasa en la carne.

**6.4.4. Contenido de proteína.** El contenido de proteína en lomo no varió entre dietas (17.0 a 18.0 %) (Cuadro 4). Du *et al.* (2019) estimaron un contenido de proteína en músculo *Longissimus lumborum* de 17.2 % a 19.3 %. Zewide *et al.* (2019) obtuvieron en lomo de corderos 20.1 a 21.6 % de proteína. Rego *et al.* (2017) reportaron 20 % de proteína en lomo de ovinos que recibieron diferentes niveles de glicerina en la dieta.

La proteína en pierna no mostró diferencias entre dietas (17.1 a 18.6 %). de Lima *et al.* (2016) en ovinos Awassi de 30 kg reportó 19.6 % de proteína en el músculo *Semimembranosus*. En costilla no hubo diferencias en proteína (16.9 a 18.1 %).

Karaca *et al.* (2016) en *Longissimus thoracis* (6ta a 13va costilla), encontraron 18.9 % de proteína para animales en pastoreo.

No obstante que no se detectaron variantes entre tratamientos de alimentación en el contenido de proteína de la carne ovina, los valores obtenidos (Cuadro 4) se encuentran dentro de los parámetros normales que se exigen como cantidad de proteína contenida en carne de borrego, esto indica que el ovinocultor puede emplear alimentos no convencionales, que le ayudarían a producir carne de calidad valiéndose de recursos existentes en su entorno como algunos de los que se emplearon en la alimentación animal en este estudio.

**6.4.5. Contenido de cenizas.** En lomo hubo diferencias en contenido de cenizas. La mayor cantidad se tuvo en ensilado de maíz (3.34 %) y las menores en ovinos en pastoreo (1.96 %) y al recibir maíz quebrado (1.97 %). Rego *et al.* (2017) en corderos suplementados con glicerina reportaron en músculo *Longissimus dorsi*, un contenido de cenizas de 3.5 %. Zewide *et al.* (2019) en el lomo de ovinos encontraron un contenido de cenizas de 4.2 a 4.9 %, en función de la alimentación y rebaño utilizado en el estudio.

El rastrojo de maíz aportó una mayor concentración de cenizas (4.15 %) en la carne de corderos, mientras que el *Hibiscus* proporcionó una menor cantidad (2.35 %). En ovinos Awassi al medir cenizas en carne de la pierna no existieron diferencias con relación a peso de los animales de 20 a 40 kg y se estimó un contenido de cenizas de 1.05 a 1.09 % (de Lima *et al.*, 2016). En costilla la mayor

cantidad de cenizas fue con ensilado de maíz (4.11 %) y la menor en animales en pastoreo (1.54 %). Karaca *et al.* (2016) reportaron para la canal de ovinos que se muestrearon entre la 6ta y 13va costilla una cantidad de 0.84 % de cenizas en animales que estuvieron en pastoreo. Aunque la información aportada por los autores varió de acuerdo a la región donde se tomó la muestra, los datos se asemejan a los de este estudio y están en concordancia con lo recomendado para canales ovinos.

**6.4.6. Color de la carne.** Fue estadísticamente diferente para lomo, pierna y costilla, siendo distinto en rastrojo de maíz, en los demás tratamientos la carne tuvo un color rojo intenso, atributo deseable para el consumidor.

Desdémona (2007) postuló que el color de la carne se manifiesta en diferentes tonalidades de rojo, desde rojo pálido, rojo cereza hasta rojo oscuro y su determinación tiene gran influencia al momento de la selección de la carne por los consumidores, haciendo notar que canales pálidas y/o excesivamente oscuras quedan fuera de clasificación. Algunos minerales como hierro y zinc forman parte de la síntesis de hemoglobina de la sangre e intervienen en formación de proteínas de alto valor biológico. Cantidades bajas de estos nutrientes en la dieta puede producir anemia en los animales (Hervé, 2013).

**6.4.7. Color de la grasa.** La coloración de la grasa fue cremosa a amarilla exceptuando la dieta a base de *Hibiscus* donde la grasa tuvo una coloración

blanca a cremosa (Cuadro 4). La coloración del tejido adiposo en ovinos puede variar de blanco, cremoso a amarillo y se evalúa con la finalidad de conocer el tipo y tiempo de finalización de corderos, siendo un atributo de calidad para el consumidor (Desdémona, 2007). El color de la grasa puede variar entre fenotipos, alimentación o madurez fisiológica del animal. La coloración cremosa a amarilla se debe a la concentración de carotenos en las dietas lo que da como resultado tonalidades amarillentas de la grasa en los ovinos (Forrest, 1981).

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De las dietas ofrecidas a los ovinos la de maíz quebrado fue la que proporcionó mejores resultados en el peso vivo al sacrificio, peso de la canal caliente, y fría, rendimiento en canal y partes excluyentes de la canal como es peso de la piel, cabeza, vísceras, peso y volumen de sangre.

Las características resultantes del análisis proximal arrojaron que la alimentación afectó el pH de la canal a 45 min post-mortem (pH 6.28), sin presentar diferencias en pH a las 24 h (5.69) después del sacrificio de los animales.

La humedad osciló en 74.6 %, mientras que el Extracto Etéreo (grasa), proteína cenizas y color de la grasa no mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos.

Se indica que el pH de 45 min y pH 24 h post-mortem, humedad, extracto etéreo, cenizas, color de la carne y color de la grasa se vieron modificados de acuerdo al área anatómica analizada, ya sea lomo, pierna o costilla, debiéndose analizar en futuras investigaciones diferentes piezas anatómicas de ovinos.

## 8. LITERATURA CITADA

- A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists). 1980. Official Methods of Analysis. Washington, D.C. United States of America. 1018 p.
- A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis. Washington, D.C. 15<sup>th</sup> Edition, U.S.A. 684 p.
- A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists). 1997. Official Methods of Analysis, Methods 920.03: Distillation method for the determination of Ammonia Nitrogen, Washington D.C., USA.
- A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists). 1997. Official Methods of Analysis, Methods 920.39. Washington D.C., USA.
- A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists). 1997. Official Methods of Analysis, Methods 925.09. Moisture in cassava – air oven methods, Washington D.C., USA.
- Albertí, P., Panea, B., Ripoll, G., Sañudo, C., Olleta, J.L.I., Hegueruela, I., Campo, M.M., Serra, X. 2005. Medición de color. Estandarización de metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Cañeque, V., Sañudo, C (eds). INIA. Madrid, España. 448 p.
- Álvarez, J.M., Mayo, A., García V.J.C., Roa, M., Giorgetti, H., Rodríguez, G. 2013. Calidad de carne de corderos pesados alimentados en confinamiento. pp: 17- 20. En: Avances en calidad de carne de ovinos, caprinos, porcinos y aves. Avances en bienestar animal. Pordomingo, A.J. (ed). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina. 160 p.

- Amha S. 2008. Sheep and goat meat characteristics and quality. pp. 325-340. In: Alemu Yamiand R.C. Merkel (eds.), Ethiopia sheep and goat productivity improvement program (ESGPIP). Branna Printing Interprise, Addis Ababa, Ethiopia. 347 p.
- Bhatti M.A., Gaarder M.Ø., Steinheim G., Hopkins D.L., Horneland R., Eik L.O., Ådnoy T. 2020. Lamb or hogget meat – A different sensory profile? Extending the fresh meat season in Norway. *Small Ruminant Research* 185:106086. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106086>
- Bianchi G., Garibotto C. G., Bentancur O., Feed O., Franco J., Peculio A., Sañudo C. 2005. Características productivas y calidad de la canal y de la carne en corderos pesados Corriedale y Hampshire Down x Corriedale. *Revista Argentina de Producción Animal*. 25(1-2):75-91.
- Blackburn S. 1978. *Amino Acid Determination: Methods and Techniques*. 2a. ed. 284 p.
- Burke J. M., Apple J.K., Roberts W.J., Boger C.B., Kegley E. B. 2003. Effect of breed-type on performance and carcass traits of intensively managed hair sheep. *Meat Science* 63(3):309-315.
- Cabrera N. A., Rojas M.P., Daniel R.I, Serrano S.A., López O.M. 2007. Influencia de la suplementación sobre la ganancia de peso y calidad de la canal en borregos Dorper/Katahdin. *Revista UDO Agrícola* 7(1):245-251.
- Cañeque V., Sañudo V. 2000. Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Ministerio de ciencia y tecnología. Instituto nacional de investigación y tecnología agraria y alimentaria. Madrid, España. 255 p.

- Cantón C. J. J., Alcaraz R.R.A., Domínguez R.A.E, Quintal F.J.A., Piña C.B.A. 2019. Cortes selectos de la canal de corderos cruzados katahdin x pelibuey alimentados con *Medicago sativa* L. *Agroproductividad* 12(10):37-40. <https://doi.org/10.32854/agrop.vi0.1466>
- Cardero R. Y., Sarmiento G. R, Selva C. A. 2009. Importancia del consumo de hierro y vitamina C para la prevención de anemia ferropénica. *Medisan* 13(6). Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/san/v13n6/san14609.pdf>. Consultado Diciembre 2020.
- Cardoso M. T. M., Landim A.V., Louvandini H., Mcmanus C. 2013. Performance and carcass quality in three genetic groups of sheep in Brazil. *Revista Brasileira de Zootecnia* 42(10):734-742.
- CARNIMAD. 2015. Pierna, Ovino Disponible en <https://carnimad.es/ficheros/swf/pdf/cordero-pierna.pdf> Consultado en enero 2020.
- Carvalho S., Zago L.C., Pires C.C., Martins A. A., Venturini R. S.,..., Moro A.B. 2016. Tissue composition and allometric growth of tissues from commercial cuts and carcass of Texel lambs slaughtered with different weights. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina* 37(4):2123-2132.
- De la Fuente L.F., Alcalde M.J. 2009. Valoración morfológica en el ganado ovino. pp. 369-397. En: *Valoración morfológica de los animales domésticos*. Sañudo A. C. (ed.). Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid, España. 863 p.

de Lima J.D.M., de Carvalho F.F.R., da Silva F.J.S., Rangel A.H.N., Novaes L.P., Difante G.D.S. 2016. Intrinsic factors affecting sheep meat quality: a review. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 29:3-15.

de Oliveira L., Carvalho P. C. F., Prache S. 2012. Fat spectro-colorimetric characteristics of lambs switched a low to a high dietary carotenoid level for various durations before slaughter. *Meat Science* 92(4):644-650.

Desdémona M. E. 2016. Calidad de la carne de cordero con diferente tiempo de descarga eléctrica en el sacrificio. Pp. 1-7. XIX Congreso Internacional de ovinocultura, Metepec, Edo. México.

Desdémona M. E. 2020. Características de la canal y de la carne de corderos de un sistema intensivo. *Ciencias Veterinarias*. 38:17-27.  
<https://doi.org/10.15359/rcv.38-1.2>

Desdémona M. E., Núñez G.F.A., Rodríguez A.F.A. 2007. Manual para la evaluación de corderos en pie y en canal. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México. 32 p.

Diba D., Mekasha Y., Urge M. Tolera A. 2015. Carcass yield and composition of supplementing hararghe highland sheep with *Ficus sur* (cv. Forssk.) fruits to a basal diet of natural pasture hay. *Science, Technology and Arts Research Journal* 4(4): 9-17.

DOF (Diario Oficial de la Federación). 2014. Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. Disponible en: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5376424&fecha=18/12/2014](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5376424&fecha=18/12/2014) Consultado en Noviembre de 2020.

- Dormond H., Boschini C., Rojas B.A., Zúñiga A.M. 1998. Efecto de cuatro niveles de cáscara de banano maduro sobre la degradabilidad ruminal de la materia seca de los pastos kikuyo (*Penisetum clandestinum*) y estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) en vacas Jersey. *Agronomía Costarricense* 22 (2):163-172.
- Du S, You S.H., Bao J., Gegentu Y.S.J., Cai Y.M. 2019. Evaluation of the growth performance and meat quality of Mongolian lamb fed grass, hay or pellets of Inner Mongolian native grass. *Small Ruminant Research* 181:34-38.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 1989. "Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de capacitación". Disponible en: <http://www.fao.org/3/AB492S/AB492S00.htm#TOC>. Consultado en febrero de 2020.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2001. "Efectos del estrés y de las lesiones en la calidad de la carne y de los subproductos" disponible en: [http://www.fao.org/3/x6909S/x6909s04.htm#TopOfPage\\_](http://www.fao.org/3/x6909S/x6909s04.htm#TopOfPage_) Consultado en enero de 2001.
- FAOSTAT (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2019. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QL/visualize>. Consultado en febrero de 2020.
- Feijoo L. A. D., Espinoza C.D.D., Chávez V.A.W, Astudillo M. H. R., Moyano T.J.C. 2018. Valoración económica de la producción de ovinos Pelibuey y Blackbelly y las perspectivas de su desarrollo en el mercado del Cantón Pastaza. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/10/produccion-ovinos-desarrollo.html>. Consultado en Mayo de 2020.

- Forrest R. J. 1981. Effect of high concentrate feeding on the carcass quality and fat coloration of grass-reared steers. *Canadian Journal of Animal Sci.* 61:575-580.
- Gashu M., Urge M., Animut G., Tadesse D.. 2017. Slaughter performance and meat quality of intact and castrated Washera sheep kept under feedlot condition. *African Journal of Agricultural Research.* 12(41):3072-3080. <https://doi.org/10.5897/AJAR2017.12679>
- Gómez A.C. 2016, Situación global del sector de la carne de ovino. Disponible en: [http://www.euroganaderia.eu/sector-carne-ovino/reportajes/situacion-global-del-sector-de-la-carne-de-ovino\\_895\\_11\\_1472\\_0\\_1\\_in.html](http://www.euroganaderia.eu/sector-carne-ovino/reportajes/situacion-global-del-sector-de-la-carne-de-ovino_895_11_1472_0_1_in.html) Consultado en julio de 2020.
- González G.R., Salinas H.R.M., Garduza A.G., Reyes M.F. 2014. Componentes corporales en ovinos para abasto en el sureste mexicano. *Zootecnia Tropical* 32(1):23-32.
- González M.V., Tapia M. M. 2017. Manual de manejo ovino. Boletín INIA Número 368. Santiago de Chile. 154 p.
- Hernández C. D., Cruz H.A., Hernández S.D, Crosby G.M.M., De la Cruz L.E., Gómez V.A., Chay C.A.J. 2019. Características fisicoquímicas durante la vida de anaquel de la carne de corderas Pelibuey en pastoreo suplementadas con diferentes niveles de proteína. *Acta Universitaria.* 29, e1994. doi. <http://doi.org/10.15174.au.2019.1994>.

- Hernández C. I.; Rejón Á. M.; Valencia H. E.; Araujo A. L. 2014. Análisis de inversión para la producción de ovinos en el Municipio de Tzucacab, Yucatán, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 34: 677-687.
- Hernández E.D.F., Oliva H.J., Pascual C.A., Hinojosa C.J.A. 2012. Descripción de medidas corporales y composición de la canal en corderas Pelibuey: Estudio preliminar. *Revista Científica, FCV-LUZ*. 22:21-31.
- Hervé, M. 2013. Carne Ovina: Producción, características y oportunidades en lo que hoy demanda el consumidor nacional e internacional. Informe de experto. Agrimundo. Santiago, Chile. 23 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática), 2017. "Mapa geográfico". Disponible en: <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjIzLjMyMDA4LGxvbjotMTAxLjUwMDAwLHo6MSxsOmMxMTFzZXJ2aWNpb3N8dGMxMTFzZXJ2aWNpb3M=>. Consultado en junio de 2018.
- Karaca S., A. Yilmaz, A. Kor, M. Bingöl, I. Cavidoglu and G. Ser. 2016. The effect of feeding system on slaughter-carcass characteristics, meat quality, and fatty acid composition of lambs. *Arch. Anim. Breed.* 59:121-129.
- Kawęcka A., Sosin B.E., Puchala M., Sikora J. 2018. Effect of maize DDGS addition on carcass and meat quality of lambs of native sheep breed. *Journal of Applied Animal Research*. 46: 301-305. <https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1299014>
- Kirk, R. S., Sawyer, R., Egan, H. 2011. *Composición y Análisis de Alimentos de Pearson*. México, D.F., México: Grupo Editorial Patria. 787 p.

- Kumar S. N., Jayashankar M. R., Ramakrishnappa N., Ruban W, Sreesujatha R.M. 2018. Carcass and meat quality characteristics of Bandur ram lambs. *Indian Journal of Animal Research* 52(5): 774-779. DOI:10.18805/ijar.B-3261.
- Landa R., Mantecón A.R., Frutos P., Rodríguez A.B., Giráldez F.J. 2001. Efecto del tipo de cereal (cebada vs maíz) sobre la ingestión, la ganancia de peso y las características de la canal de corderos alimentados con pienso y paja o solo con pienso. *ITEA*. 97A(3):204-216.
- Lebret B., Povše M.B., Candek P.M. 2015. Muscle and fat colour. pp. 32-43. In: *A handbook of reference methods for meat quality assessment*. Brussels, Belgium. 104 p.
- Macías C. U., Álvarez V.F.D., Rodríguez G.J., Correa C.A, Torrentera O.N.G., Molina R.L., Avendaño R.L. 2010. Crecimiento y características de canal en corderos Pelibuey puros y cruzados F1 con razas Dorper y Katahdin en confinamiento. *Arch. Med. Vet.* 42:147-154.
- Martínez M. A. L. 2007. Influencia de la nutrición sobre el contenido y tipo de ácidos grasos en la carne de los rumiantes. *Archivos de Zootecnia* 56(R):45-66.
- Mataix V. J. 2009. *Nutrición y alimentación humana*. 2da. ed. Madrid, España. Editorial Ergon.
- McGee H. 2004. *On food and cooking: The Science and Lore of the Kitchen* P 137. Editorial Scribner 2da ed. USA. 884 p.
- Mora I.O. y Shimada M.A. 2001. Causas del color amarillo de la grasa de canales de bovinos finalizados en pastoreo. *Veterinaria México*. México. 32:63-71.

Moran A. 2016. Aminoácidos, péptidos y proteínas. Disponible en: [https://www.dciencia.es/aminoacidos-peptidos-y-proteinas/#:~:text=Un%20p%C3%A9ptido%20es%20una%20mol%C3%A9cula,\(AA\)%20mediante%20enlaces%20amida.&text=Cuando%20contiene%20entre%2010%20y,por%20m%C3%A1s%20de%201000%20AA](https://www.dciencia.es/aminoacidos-peptidos-y-proteinas/#:~:text=Un%20p%C3%A9ptido%20es%20una%20mol%C3%A9cula,(AA)%20mediante%20enlaces%20amida.&text=Cuando%20contiene%20entre%2010%20y,por%20m%C3%A1s%20de%201000%20AA). Consultado junio 2020.

NMX-F-068-S-1980. Alimentos. Determinación de proteínas. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas. Disponible en: <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-068-S-1980.PDF>

NMX-F-317-S-1978. Determinación de pH de alimentos. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas. Disponible en: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4704689&fecha=23/05/1978](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4704689&fecha=23/05/1978)

NMXFF-106-SCFI-2006. Productos pecuarios – Carne de ovino en canal -Clasificación. Normas mexicanas. Dirección General de normas. Disponible en: <http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2006/nmx-ff-106-scfi-2006.pdf>

Partida de la P. J. A., Ríos R.F.G, de la Cruz C.L., Domínguez V.I.A., Buendía R.G. 2017. Caracterización de las canales ovinas producidas en México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 8(3):269-277.

Payne C. E., Pannier L., Anderson F., Pethick D. W., Gardner G.E.. 2020. Lamb age has little impact on eating quality. *Foods* 9:187. doi:10.3390/foods9020187.

Pérez C.A.E., Cantón C.J.J., Moguel O.Y.B, Castillo H.J.E., Alcaraz R.R.A., Piñeiro V.A.T. 2019. Características físicas de la carne de corderos Katahdin con

Pelibuey alimentados a base de forraje y concentrado. *Agroproductividad* 12(12):61-65.

RAE (Real Academia Española) 2014. "Carne". Disponible en <https://dle.rae.es/carne>. Consultado en Marzo de 2020.

Rego F. C. A., Francozo M. C., Ludovico A., de Castro F. A. B., Zundt. M... Castilho C. 2017. Fatty acid profile and lambs meat quality fed with different levels of crude glycerin replacing corn. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina* 38(4): 2051-2064.

Reséndiz C.V., Hernández O., Guerrero I., Gallegos J., Martínez P.A., Sánchez C. 2013. Engorda de corderos Pelibuey con diferente nivel de alfalfa en la dieta. *Archivos de Zootecnia*. 62(239):457-467.

Rodwell V. W., Bender A. D., Botham M. K., Kennelly J. P., Weil P. A., 2016 Harper. *Bioquímica ilustrada SECCION 5 METABOLISMO DE LIPIDOS*

Ruiz E. 2015, El valor nutricional de la carne. Disponible en <https://www.granocompleto.es/nutricion/el-valor-nutricional-de-la-carne>. Consultado en julio 2020.

Sánchez H.M.A., Morales T.G., Acevedo G.R., Vergara R.B., Murillo H.A.R., Hernández S.S. 2019. Sistema agrosilvopastoril como alternativa productiva en condiciones del trópico húmedo de México. pp. 161-170. En: *Construcción de conocimiento multidisciplinario a partir de la educación y el emprendimiento*. Universidad del Papaloapan. México.

Sañudo C., F. Monsón, M. M. Campo, J. A. Beltrán y J. M. Bello. 2005. Variación del pH en canales comerciales de cordero. *ITEA* 26(2):703-705.

Schilling, B. J. 2005. Performance evaluation, carcass characterization, and palatability assessment of hair sheep. MS Thesis. Texas Tech University. Lubbock, TX. USA. 79 p.

Sena L.S., Filho L.A.S.F. Dos Santos G.V., de Souza J.A., Santos N.P.S., Britto F.B., Sarmiento R.L.R., Brito L.F. 2020. Genetic evaluation of tropical climate-adapted sheep for carcass traits including genomic information. Small Ruminant Research. 188:106120.

Serra M.L, Aranceta B.J. 2006, Nutrición y Salud Pública: Métodos, bases científicas y aplicaciones. Segunda edición. Ed. Elsevier-Masson. Barcelona, España. 815 p.

Serrano E., Humada M.J., Maestro M.G. 2012. Manejo pre y post sacrificio: influencia sobre la calidad de la carne de vacuno. Gobierno de Cantabria y Centro de Investigación y Formación Agrarias. Ed. Imprenta Regional de Cantabria. 26 p. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/carne\\_y\\_subproductos/197-manual\\_carne.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/197-manual_carne.pdf) Consultado en Octubre de 2020.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2019. Anuario Estadístico de la Producción Ganadera. Disponible en [https://nube.siap.gob.mx/cierre\\_pecuario/](https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/). Consultado en julio 2020.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2020. Avance por producto. Disponible: [http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance\\_siap\\_gb/pecAvanceProd.jsp](http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecAvanceProd.jsp) Consultado en junio 2020.

SIAP (Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera). 2016. "Producción nacional, producción, precio, valor, animales sacrificados y peso". Disponible en:

[http://infosiap.siap.gob.mx/anpecuario\\_siapx/GanadoMpio.do](http://infosiap.siap.gob.mx/anpecuario_siapx/GanadoMpio.do). Consultado en junio del 2018.

Silva S. L., Silva F.L.A. Vieira S.G., de Souza J.A., Pereira S.S.N., Barros B.F., Linderberg R.S.J., Brito L.F. 2020. Genetic evaluation of tropical-adapted sheep for carcass traits including genomic information. *Small Ruminant Research*. 188:106120. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106120>

Torres G. A., Bueno M.S., da Costa R.L.D., Mayuni M., Hagiwara H., Quirino C.R. 2020. Effect of castration and vitamin E supplementation on carcass and meat quality of Santa Inés lambs. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 33(2):96-109.

Valero G.T., del Pozo C.S., Ruiz M.E., Ávila T.J.M., Varela M.G., 2010. Guía nutricional de la carne, Fundación Española de Nutrición (FEN), Fundación Madrileña de Detallistas de la Carne (FEDECARNE). 76 p. Disponible en: <https://carnimad.es/ficheros/swf/pdf/guiaNutricion.pdf> Consulta en junio de 2020.

Venegas E. C. 2015. Calidad de la carne de cordero: efecto de ocho genotipos y cuatro pesos vivos al sacrificio. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile. 80 p.

Vicente P.R., Macías C.U., Avendaño R.L., Correa C.A., López B.M.A., Lara R.A.L. 2020. Impacto del estrés por calor en la producción de ovinos de pelo. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 11(1):205-222. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4923>

Warris, P.D. 2000. *Meat Science: An introductory text*. CABI Publishing. 310 p.

Zewide T. M., Wossen A. M., Yadeta A. T., Geesink G.H. 2019. Carcass and meat quality characteristics of two hair type breed lambs fed tef (*Eragrostis tef*) straw ensiled with effective micro-organisms and supplemented with concentrates. *International Journal of Livestock Production*. 10(4):110-121.

Zimmerman M. 2009. Calidad de carne en pequeños rumiantes. *Sitio Argentino de Producción Animal*. 53:9-12.