



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

Campus Loma Bonita

LICENCIATURA EN ZOOTECNIA

**RENDIMIENTO EN CANAL Y CORTES PRIMARIOS EN OVINOS
ALIMENTADOS CON DIFERENTES DIETAS EN LOMA BONITA,
OAXACA**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

PRESENTA:

BERNABÉ CRUZ PABLO

DIRECTOR DE TESIS

DR. MIGUEL ANGEL SÁNCHEZ HERNÁNDEZ

LOMA BONITA, OAXACA, MÉXICO. 2019



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

Campus Loma Bonita

LA PRESENTE TESIS TITULADA "RENDIMIENTO EN CANAL Y CORTES PRIMARIOS EN OVINOS ALIMENTADOS CON DIFERENTES DIETAS EN LOMA BONITA, OAXACA", PRESENTADA POR EL PASANTE BERNABÉ CRUZ PABLO, BAJO LA DIRECCIÓN DEL DR. MIGUEL ANGEL SÁNCHEZ HÉRNANDEZ, HA SIDO REVISADA Y ACEPTADA POR EL JURADO EXAMINADOR PARA SER DEFENDIDA EN EL EXAMEN PROFESIONAL Y OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN ZOOTECNIA.

JURADO EXAMINADOR

DR. MIGUEL ANGEL SÁNCHEZ HERNÁNDEZ

DIRECTOR

DRA. GLADIS MORALES TERÁN

ASESOR

M.C. HAZARIBAGH GARCÍA CANDELARIA

ASESOR

Loma Bonita, Oaxaca, México. 2019



Universidad del Papaloapan

FECHA:	18 de Octubre del 2019
ÁREA:	Vice-Rectoría Académica
OFICIO NÚMERO:	UNPA/VRA/255/2019
ASUNTO:	Autorización de Impresión de tesis.

C. Bernabé Cruz Pablo
PRESENTE:

En base al artículo 120 del reglamento de alumnos, por medio de la presente se aprueba la impresión de la tesis titulada **“Rendimiento en canal y cortes primarios en ovinos alimentados con diferentes dietas en Loma Bonita, Oaxaca”** 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.

Atentamente.
terra ubérrima, mens aperta
Bou Lo-tama, chi jí jú


MC. HÉCTOR LÓPEZ ARJONA
Vice-Rector Académico.



C.c.p. Dra. Tania Zúñiga Marroquín Jefe de Carrera de la Lic. En Zootecnia
C.c.p. L.P. Yesenia Barrientos Arenal. Jefa del Departamento de Servicios Escolares
C.c.p. Dr. Miguel Ángel Sánchez Hernández. Director de Tesis.
C.c.p. Archivo.



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

Campus Loma Bonita

Loma Bonita, Oaxaca a 16 de octubre de 2019.

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

Mediante la presente, le informo que la Jefatura de carrera de la Licenciatura en Zootecnia con el visto bueno de la Vice-rectoría Académica, ha designado a los siguientes profesores como sinodales del examen profesional del exalumno, el **C. Bernabé Cruz Pablo**, quien defenderá su trabajo de tesis titulado **“Rendimiento en canal y cortes primarios en ovinos alimentados con diferentes dietas en Loma Bonita, Oaxaca”**.

Titulares:

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

Suplentes:

Dr. José Manuel Juárez Barrientos
Dr. Wilber Hernández Montiel

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. Vicerector académico. Para su conocimiento
C.C.p: Archivo

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a **Dios** por haberme acompañado en todos los momentos de mis estudios, por darme la fortaleza en las situaciones de debilidad y por brindarme la oportunidad de llegar hasta este instante tan importante de mi formación profesional.

A mis **padres** por acompañarme cada día, por el cariño que recibí de ellos durante estos años, por su apoyo y confianza, asimismo, por los valores que me inculcaron, al darme la oportunidad de tener una excelente educación y ser los mejores ejemplos a seguir.

Al **Dr. Miguel Angel Sánchez Hernández** por su apoyo, comprensión, tiempo y consejos durante la realización de este trabajo.

A mis profesores revisores **Dra. Gladis Morales Terán** y **M.C. Hazaribagh García Candelaria** quienes contribuyeron activamente durante este proceso, estando muy agradecido por su tiempo dedicado a corregir mi trabajo y por las críticas constructivas que permitieron perfeccionar mi trabajo de tesis.

A la **Universidad del Papaloapan Campus Loma Bonita**, que abrió sus puertas dándome la oportunidad de aprender y adquirir los conocimientos de nuestra carrera, formándome en sus aulas y a cada uno de mis profesores que contribuyeron a mi formación profesional.

A la familia “**Alfonso García**” y a la **Sra. Yolanda Villalobos**, quienes me brindaron todo su apoyo y confianza al abrirme las puertas de su humilde casa, y por haberme acobijado como un hijo más.

A la **Dra. Ana Rosa Ramírez Seañez** y a la **Lic. Daniela Polo Villalobos**, por los consejos brindados en los momentos difíciles durante la estadía en la Universidad hasta culminar con los créditos necesarios, asimismo, por la gran amistad que se formó y por el apoyo moral brindado durante la realización del trabajo de investigación.

A todas aquellas personas que de una u otra manera han aportado parte de sí para formar lo que soy, muchas gracias.

DEDICATORIA

Primeramente a mi **Dios** por permitirme llegar a este momento tan especial y darme fuerzas para seguir adelante en cada momento de mi vida y por regalarme una familia tan maravillosa. Aunque te he fallado, te estaré en deuda para toda la eternidad.

En este trabajo están plasmados mis humildes esfuerzos por alcanzar una meta, esta meta no es en sí un título, sino más bien dedicarles con un enorme “**GRACIAS**” a mis padres.

A mis padres **Félix Cruz González y Natalia Pablo Altunar**

Porque a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento y por haber depositado toda su confianza en mí, también por ser mis guías, mis superhéroes, siendo mis mejores amigos y consejeros y sobre todo por nunca dejarme solo en este sueño. Son las personas que más admiro y amo en esta vida, porque para ustedes no hay límites, ni barreras que obstaculicen su camino.

A mi hermano, **Lázaro Cruz Pablo** y a su esposa **Beatriz Rueda Altunar**

Por estar siempre a mi lado y nunca abandonarme y por apoyarme en este reto que asumí.

A mi **FAMILIA** en general, por ser parte primordial en mi vida, gracias por creer en mí y apoyarme.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
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 ovinocultura en el mundo.....	5
4.2. Importancia de la ovinocultura en México.....	6
4.3. Situación actual de la ovinocultura.....	8
4.4. Alimentación de ovinos.....	13
4.5. Impacto económico de la alimentación.....	15
4.6. Disponibilidad y valor nutritivo de los forrajes tropicales.....	15
4.7. Parámetros para evaluar calidad de la canal y calidad de la carne.....	17
4.7.1. Calidad de la canal.....	17
4.7.2. Calidad de la carne.....	21
4.7.2.1. Características fisicoquímicas.....	21
4.8. Consumo de carne.....	29
4.9. Composición de la carne.....	31
4.10. Fuentes de carne.....	33
4.11. Rendimiento en cortes de la canal ovina.....	33
4.11.1. Recomendaciones antes de iniciar el corte.....	34
4.11.2. Rendimiento en cortes.....	35
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	36

5.1. Localización del área experimental y condiciones climáticas	36
5.2. Instalaciones.....	36
5.3. Características generales de los ovinos utilizados en los tratamientos (raza Pelibuey)	37
5.3.1. Aspecto general.	37
5.4. Tratamientos.....	39
5.5. Alimentación	40
5.6. Diseño experimental.....	41
5.7. Metodología.....	41
5.7.1. Animales utilizados.....	41
5.7.2. Variables evaluadas.	42
5.7.2.1. Peso de la canal caliente.	42
5.7.2.2. Peso de la canal fría.	42
5.7.2.3. Rendimiento en canal caliente.	42
5.7.2.4. Rendimiento en canal fría.	44
5.7.2.5. Peso del cuello.....	44
5.7.2.6. Peso de la costilla	44
5.7.2.7. Peso del lomo.	44
5.7.2.8. Peso del brazuelo.	45
5.7.2.9. Peso de la pierna.	45
5.7.2.10. Determinación del área del ojo de la chuleta.	45
5.7.2.11. Espesor de la grasa.	45
5.7.2.12. Medición del pH.	45
5.7.2.13. Determinación del contenido de humedad.	46
5.7.2.14. Peso de la piel.....	46
5.7.2.15. Peso de la cabeza.....	46
5.7.2.16. Peso de las vísceras.	46
5.7.2.17. Peso y volumen de la sangre.	46
5.7.2.18. Cortes de la canal.	47
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
6.1. Medidas objetivas de la canal.....	48

6.1.1. Peso de la canal caliente.....	48
6.1.2. Peso de la canal fría.....	50
6.1.3. Rendimiento en canal.....	51
6.2. Rendimiento en canal al despiece de ovinos.....	53
6.2.1. Peso del pescuezo.....	53
6.2.2. Peso de la costilla.....	54
6.2.3. Peso del lomo.....	55
6.2.4. Peso del brazuelo.....	57
6.2.5. Peso de la pierna.....	58
6.3. Dimensión del área del ojo de la chuleta (AOC) y espesor de la grasa dorsal (EGD).....	59
6.3.1. Área del ojo de la chuleta (AOC).....	59
6.3.2. Espesor de la grasa dorsal (EGD).....	60
6.4. Calidad fisicoquímica de la canal.....	62
6.4.1. pH 45 minutos y 24 horas post-mortem.....	62
6.4.2. Porcentaje de humedad.....	65
6.5. Partes excluyentes de la canal.....	66
6.5.1. Peso de la piel.....	66
6.5.2. Peso de la cabeza.....	67
6.5.3. Peso de las vísceras.....	69
6.5.4. Peso y volumen de la sangre.....	69
6.6. Rendimiento al despiece para cortes primarios.....	71
6.6.1. Peso del corte 1 (Mitad delantera hasta la 5ta costilla).....	71
6.6.2. Peso del corte 2 (Costillar “Rack”).....	72
6.6.3. Peso del corte 3 (Falda y costilla baja).....	73
6.6.4. Peso del corte 4 (Lomo “Silla”).....	74
6.6.5. Peso del corte 5 (Cadera).....	75
6.6.6. Peso del corte 6 (Pierna).....	75
7. CONCLUSIONES.....	77
8. RECOMENDACIONES.....	78
9. LITERATURA CITADA.....	79

10. ANEXOS	90
------------------	----

ÍNDICE DE CUADROS

	PÁGINA
Cuadro 1. Principales Estados de la República Mexicana con participación en la producción de carne de ovino en el año 2017.	9
Cuadro 2. Requerimientos nutricionales de los ovinos (nutrimentos diarios por animal).	17
Cuadro 3. Clasificación de la conformación de la canal ovina.	19
Cuadro 4. Componentes nutricionales de la carne de ganado vacuno, cerdo y ovino.	32
Cuadro 5. Porción de ingredientes utilizados para la elaboración de las diferentes dietas que se ofrecieron a corderos en engorda. Loma Bonita, Oaxaca.	39
Cuadro 6. Escala utilizada en ovinos para medir condición corporal (CC).	43
Cuadro 7. Peso vivo al sacrificio, peso de la canal caliente y fría en ovinos que se alimentaron con diferentes dietas en Loma Bonita, Oaxaca, México.	48
Cuadro 8. Proporción de la canal de ovinos según la alimentación que se ofreció, Loma Bonita, Oaxaca.	55
Cuadro 9. Medidas del área del ojo de la chuleta (AOC) en ovinos y espesor de la grasa dorsal (EGD) en el músculo <i>Longissimus dorsi</i>	60
Cuadro 10. Características fisicoquímicas de la canal de ovinos, bajo distintos sistemas de alimentación.	63
Cuadro 11. Composición corporal de ovinos alimentados con diferentes dietas, Loma Bonita, Oaxaca.	67
Cuadro 12. Efecto de diferentes dietas sobre el rendimiento de cortes primarios (kg) de la canal ovina.	71

ÍNDICE DE FIGURAS

PÁGINA

Figura 1. Participación mundial, por continente, en la producción de carne ovina en el año 2017.....	5
Figura 2. Aportación de carne ovina por los principales países productores en el año 2017.....	6
Figura 3. Volumen de participación (%) en producción de carne ovina de los principales Estados de la República Mexicana.....	10
Figura 4. Tendencia de la producción de carne ovina en el Estado de Oaxaca en el periodo que comprende del año 2007 al 2018.....	11
Figura 5. Tendencia de la producción de carne ovina en el municipio de Loma Bonita, Oaxaca en el periodo que comprende del año 2012 al 2017.....	12
Figura 6. Patrón fotográfico de la conformación de canales ovinas.....	19
Figura 7. Patrón fotográfico utilizado para la determinación del estado de engrasamiento (Colomer, 1988).....	20
Figura 8. Patrón fotográfico para la puntuación de color en el área del ojo del lomo de corderos (Modificado de Desdémona, 2007).....	24

ÍNDICE DE ANEXOS

PÁGINA

Figura 1A. Proceso de selección (a), desollado (b) y quitado de la piel (c) en corderos alimentados con diferentes dietas en Loma Bonita, Oaxaca.....	90
Figura 2A. Canal de cordero (a) y proporciones de la canal (b) al despiece....	90
Figura 3A. Pierna de cordero (a), lomo (b) y cadera (c) al despiece.....	91
Figura 4A. Medición de las dimensiones del músculo <i>Longissimus dorsi</i> (a y b) en ovinos Pelibuey.....	91
Figura 5A. Pesaje del brazuelo (kg) (a), pesaje del cuello (kg) (b), pesaje del lomo (kg) (c), determinación de humedad (%) en carne usando una termobalanza (d), medición de pH en canal con potenciómetro de penetración (e), y volumen de sangre (L) (f) de un ovino.....	92

RESUMEN

En México la producción de ovinos adquirió importancia en los últimos años, es por ello que se efectuó un estudio para evaluar el rendimiento en canal y cortes primarios de corderos alimentados con cinco dietas diferentes. El trabajo se realizó en la Posta Zootécnica de la Universidad del Papaloapan, ubicada en la ciudad de Loma Bonita, Oaxaca, México. Se trabajó con 40 corderos de 18 ± 2 kg de peso vivo inicial, distribuidos completamente al azar en cinco tratamientos, cada uno con ocho ovinos. Los corderos en estabulación se alimentaron con rastrojo de maíz, ensilado de maíz, *Hibiscus* y maíz quebrado. El grupo testigo se formó con corderos que pastoreaban 6 horas al día en parcelas con pasto Estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*), posteriormente se les suplementaba con alimento comercial (Ovina 15). Los ovinos se sacrificaron a los 100 días de recibir sus respectivas dietas, la información fue analizada con el software estadístico SAS 9.0, haciendo un análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$). Los pesos de la canal caliente que se obtuvieron fueron para: rastrojo de maíz (10.4 kg), ensilado de maíz (10.9 kg), *Hibiscus rosa sinensis* (10.6 kg), maíz quebrado (16.7 kg) y pastoreo (12.0 kg), el peso de la canal fría fue rastrojo de maíz (10.1 kg), ensilado de maíz (10.5 kg), *Hibiscus rosa sinensis* (10.0 kg), maíz quebrado (16.5 kg) y pastoreo (11.8 kg). El rendimiento en canal fue de 38.6 % en rastrojo de maíz, ensilado de maíz (38.7 %), *Hibiscus rosa sinensis* (38.0 %), maíz quebrado (44.2 %) y 39.2 % de rendimiento en canal en la dieta de pastoreo.

Palabras claves: Carne de borrego, Alimentación ovina, Trópico húmedo.

ABSTRACT

In Mexico the production of sheep has been gaining importance in recent years, which is why a study was conducted in order to evaluate carcass yield and primal cuts of lambs fed five different diets. The work was carried out on the Posta Zootécnica at the Papaloapan University, located in the City of Loma Bonita, Oaxaca. We worked with 40 lambs each of 18 ± 2 kg of initial live weight, which were divided into groups of eight lambs per group and distributed completely at random design to consume five different diets. The lambs fed with corn stubble, corn silage, *Hibiscus* and broken corn remained stagnant. While in the control group, the lambs were taken to graze for 6 hours a day in plots with star of Africa grass (*Cynodon nlemfuensis*), then they were supplemented with commercial feed (Ovina 15). Sheep were slaughtered after 100 days of receiving their respective diets, the information was analyzed with SAS 9.0 statistical software, with an analysis of variance and means comparison Tukey test ($P \leq 0.05$). The weights of the hot carcass were obtained from: corn stubble (10.4 kg), corn silage (10.9 kg), *Hibiscus rosa sinensis* (10.6 kg), broken corn (16.7 kg) and grazing (12.0 kg), the cold carcass weight was from: corn stubble (10.1 kg), corn silage (10.5 kg), *Hibiscus rosa sinensis* (10.0 kg), broken corn (16.5 kg) and grazing (11.8 kg). Carcass yield was 38.6 % in corn stubble, corn silage (38.7 %), *Hibiscus rosa sinensis* (38.0 %), broken corn (44.2 %) and 39.2 % carcass yield in the grazing diet.

Keywords: Sheep meat, sheep alimentation, humid tropic.

1. INTRODUCCIÓN

La ovinocultura en México inició en el siglo XV, con la entrada de borregos traídos por los españoles. En un inicio, la producción se basó en sistemas de trashumancia (acarreo del rebaño a lugares con buen clima, praderas y fuentes de agua). El legado de esos sistemas tradicionales, fue el origen de sistemas familiares de producción, donde pequeños productores subsisten con un uso limitado de tecnología (Hernández *et al.*, 2013).

En las regiones tropicales de México los pastos y forrajes aportan a los ovinos una cantidad de nutrimentos que aseguran una productividad moderada, debido a sus niveles insuficientes de energía, proteína, minerales y/o vitaminas. A estas deficiencias habrá que añadirle la escasez de pasturas en época de sequía. La productividad de los animales puede ser incrementada aportándoles insumos alimenticios como: cereales, fuentes proteínicas, alimentos balanceados, esquilmos y/o subproductos agroindustriales (Partida *et al.*, 2013).

En relación con la canal ovina, el peso y rendimiento de los cortes primarios, se asocia con el peso al sacrificio, sistema de alimentación y la proporción de tejidos corporales, particularmente el adiposo, tienden a incrementarse de acuerdo con el grado de madurez de los corderos (Ríos *et al.*, 2012).

Los porcentajes que corresponden a diferentes tejidos varían entre canales de cordero de peso similar, debido a la raza, sistema de producción y tipo de alimentación; por ello, se buscan canales con elevada cantidad de músculo, poco

hueso y un nivel óptimo de grasa, para evitar la deshidratación de la carne, y que se favorezca la calidad del producto final (Ríos *et al.*, 2012).

La proporción de tejido muscular, adiposo y óseo, influye en las características cualitativas y cuantitativas de la canal, por lo que es de interés conocer el efecto de los sistemas de alimentación o de la inclusión de ingredientes en las dietas de los animales (Ríos *et al.*, 2012). El mercado para cortes de cordero es más exigente y prefiere animales jóvenes procedentes de sistemas estabulados, con un peso al sacrificio de 40 a 45 kg y un peso de la canal fría de 20 a 24 kg, que procedan de cruces entre razas de lana con razas de pelo (Gómez, 2013).

En regiones tropicales, los sistemas de producción ovina son mixtos, registran bajos parámetros de producción obteniendo una rentabilidad baja, esto se debe a que los productores no adquieren nuevas tecnologías durante la producción, así como la negativa de utilizar el mejoramiento genético, todo esto con la finalidad de lograr una mejor rentabilidad. Es necesario realizar análisis bromatológicos de forrajes tropicales, y así los requerimientos nutricionales de los ovinos en pastoreo serán mejorados con una alimentación complementaria.

Ante la problemática que representa comercializar ovinos en Loma Bonita, Oaxaca ha venido creciendo el interés de los productores por encontrar alternativas para incrementar sus ingresos, y es por esta razón que si se mejora el rendimiento en canal de los ovinos y se generan cortes para su venta, es posible que estas estrategias incidan en hacer más atractiva la ovinocultura en la Baja Cuenca del Papaloapan.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el rendimiento en canal y cortes primarios de ovinos que recibieron dietas a base de rastrojo de maíz, ensilado de maíz, tulipán (*Hibiscus rosa sinensis*), maíz quebrado y pasto estrella de África en Loma Bonita, Oaxaca, México.

2.2. Objetivos específicos

1. Calcular el rendimiento en canal y cortes primarios de ovinos alimentados con diferentes alimentos vegetales que se incluyen en las dietas.
2. Identificar si existen diferencias en rendimiento en canal, cortes primarios y partes excluyentes de la canal ovina, con respecto a diferentes dietas que se ofrecieron a ovinos en condiciones de estabulación y pastoreo.
3. Determinar el pH de la canal a los 45 minutos y a las 24 horas posteriores al sacrificio, además de cuantificar el contenido de humedad en la canal, con la finalidad de identificar si existen diferencias, por efecto de utilizar dietas diferentes al producir ovinos en confinamiento y pastoreo.

3. HIPÓTESIS

1. En ovinos el rendimiento en canal, cortes primarios y partes excluyentes de la canal son superiores en las dietas con *Hibiscus rosa sinensis*, rastrojo de maíz, maíz quebrado y ensilado de maíz con relación a aquellos animales en pastoreo con pasto estrella de África.
2. La composición química de la carne ovina se modifica al utilizar diferentes dietas en animales alojados en condiciones de estabulación y pastoreo.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. La ovinocultura en el mundo

La ovinocultura se destaca a nivel mundial alcanzando en el año 2017 una población de ovinos de 1,202 millones de cabezas, distribuidas en Asia (508 millones), África (381 millones), Europa (132 millones), Oceanía (99 millones) y América (81 millones) (FAOSTAT, 2019).

La producción mundial de carne ovina en el año 2017 ascendió a 9,498,356 toneladas, distribuidas en Asia (4,957,475 t), África (1,847,449 t), Europa (1,181,936 t), Oceanía (1,120,996 t) y América (390,500 t) (FAOSTAT, 2019). En la Figura 1, se observa el porcentaje de participación de cada continente, en la producción de carne ovina.

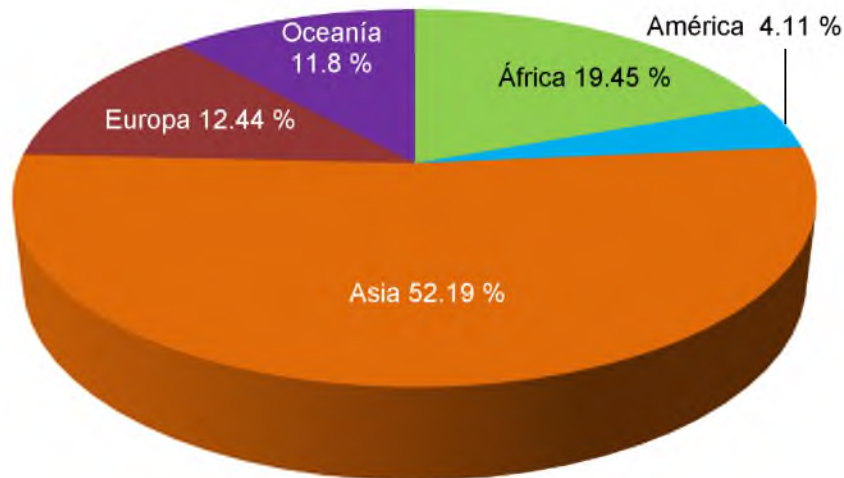


Figura 1. Participación mundial, por continente, en la producción de carne ovina en el año 2017.

Entre los países productores, China ocupa el primer lugar a nivel mundial con 2,384,200 toneladas de carne de ovino, seguido por Australia con 669,604 toneladas y Nueva Zelanda con 451,276 toneladas, mientras que México alcanzó una producción de 61,606 toneladas, así se posicionó en el lugar 30 a nivel mundial. El porcentaje de producción de los principales países productores de carne ovina se visualiza en la Figura 2 (FAOSTAT, 2019).

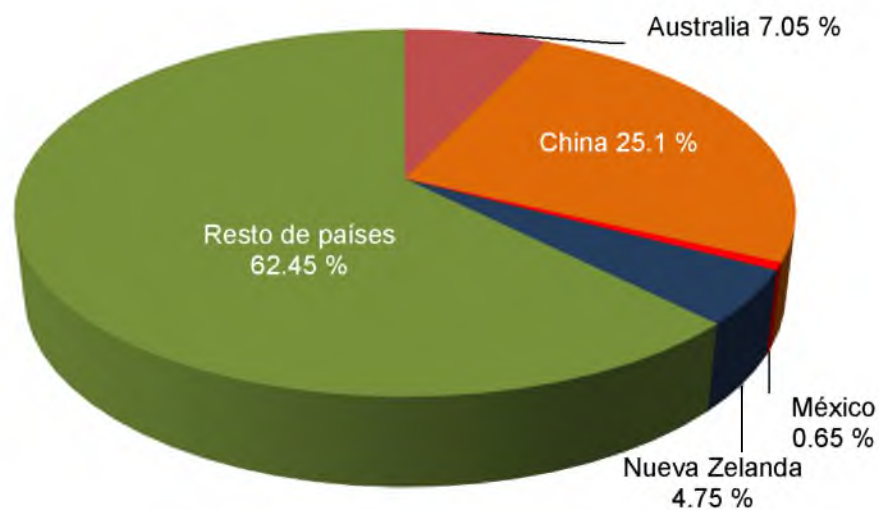


Figura 2. Aportación de carne ovina por los principales países productores en el año 2017.

4.2. Importancia de la ovinocultura en México

La producción de carne de ovino en México es insuficiente para abastecer la demanda del mercado nacional, el 40 % de la carne consumida en el país es importada de Australia, Nueva Zelanda y Uruguay. En este sentido, la búsqueda de productos para mejorar el crecimiento y reducir los periodos de engorda en ovinos ha sido una constante en los últimos años (Macías *et al.*, 2013).

Está demostrada la importancia de las razas de ovinos de pelo en la producción ovina tropical y del mundo, sólo pocos experimentos se han realizado para determinar sus requerimientos de energía. Siendo necesario conocer las necesidades de nutrientes y la eficiencia de utilización de los recursos alimenticios que son importantes para optimizar la productividad y lograr el comportamiento productivo esperado (Chay *et al.*, 2016).

Un consumo de energía inapropiado por los ovinos se considera limitante para lograr un óptimo crecimiento. Además, el suministro de energía insuficiente se refleja en lento crecimiento, mayor edad a la pubertad, reducción en fertilidad, menor producción de leche y una mayor susceptibilidad a los nemátodos. Los factores que influyen en la Em (energía de mantenimiento) son: peso corporal (PC), raza, sexo, estado fisiológico, nivel nutricional, condiciones ambientales, estrés, actividad física y parasitismo (Chay *et al.*, 2016).

La energía proviene de carbohidratos, grasas y aceites y se mide como nutrientes digestibles totales o energía digestible y en energía metabolizable. La eficiencia de la utilización de energía metabolizable de mantenimiento (EMm) representa la fracción de energía metabolizable (EM) que se puede convertir en energía neta (EN), para soportar los requerimientos de mantenimiento de los rumiantes. Las principales fuentes de energía son los pastos, henos, ensilados, alimentos derivados y granos como: avena, cebada, trigo, sorgo y maíz (Chay *et al.*, 2016).

Los ovinos al igual que todos los rumiantes domésticos requieren de cantidades considerables de agua, variando el consumo según factores ambientales, tipo de alimentación y estado fisiológico del animal, existiendo una relación positiva entre consumo de agua y de materia seca. El requerimiento promedio de agua por ovino al día es de cuatro a cinco litros. El animal obtiene el agua de tres fuentes: agua de bebida, agua contenida en los alimentos y agua metabólica (oxidación de nutrientes orgánicos que contienen hidrógeno) (Bores *et al.*, 2009).

4.3. Situación actual de la ovinocultura

En México dentro del subsector pecuario, la producción de ovinos (carne y lana) genera el 0.9 % del valor total del subsector. En el año 2017 se obtuvieron por este concepto 4,257.6 millones de pesos, de los que prácticamente correspondió a la producción de carne en canal (SIAP, 2019).

El inventario de ganado ovino en el país se incrementó, alcanzando 8.9 millones de cabezas de ovino en 2017 (FAOSTAT, 2019). Las importaciones de ovinos son principalmente para abasto y en el año 2016 alcanzó 7,514 toneladas con un valor de 19,601.5 millones de pesos. En tanto que las exportaciones no fueron significativas (FAOSTAT, 2019).

México en 2017 produjo 61,606 toneladas de carne de ovino, entre los años 2009 y 2014 el crecimiento promedio anual de cada uno de estos productos fue de 1.6 % en el caso de la carne y 0.7 % en el de la lana (SIAP, 2019).

La producción de carne de ovino en México en el año 2017, indicó que seis estados de la República Mexicana, que se observan en el Cuadro 1, destacan por tener mayor participación (SIAP, 2019).

Cuadro 1. Principales Estados de la República Mexicana con participación en la producción de carne de ovino en el año 2017.

Estado	Producción de carne ovina (Toneladas)
Estado de México	9,046
Hidalgo	6,989
Veracruz	5,144
Zacatecas	4,507
Puebla	4,266
Jalisco	4,170
Resto del país	27,484
Total	61,606

Fuente: (SIAP, 2019).

Sin embargo, el Estado de México e Hidalgo son los de mayor importancia, ya que participan con el 26.0 % del volumen de producción y 29.5 % del valor generado en el año 2017. En la Figura 3 se refleja el volumen de participación de los principales Estados de la República Mexicana en la producción de carne de ovino (SIAP, 2019).

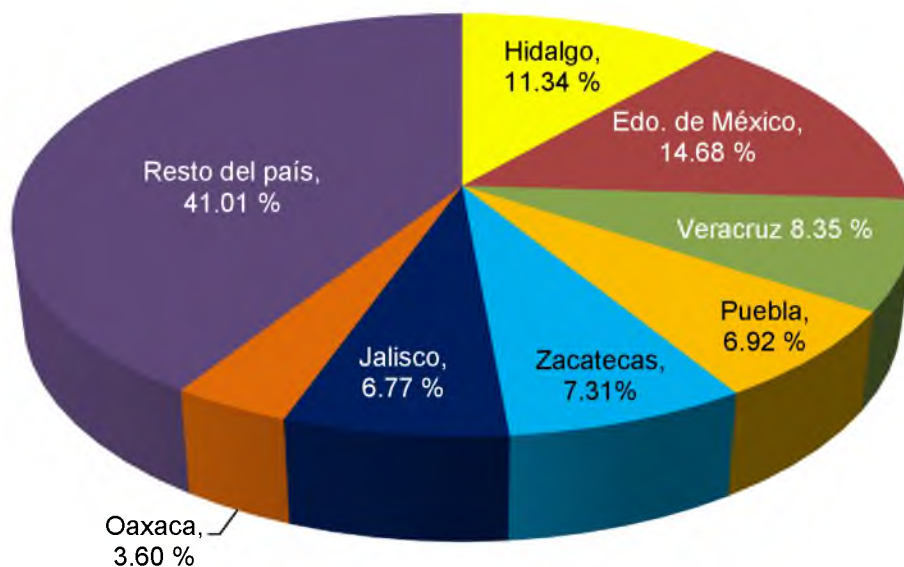
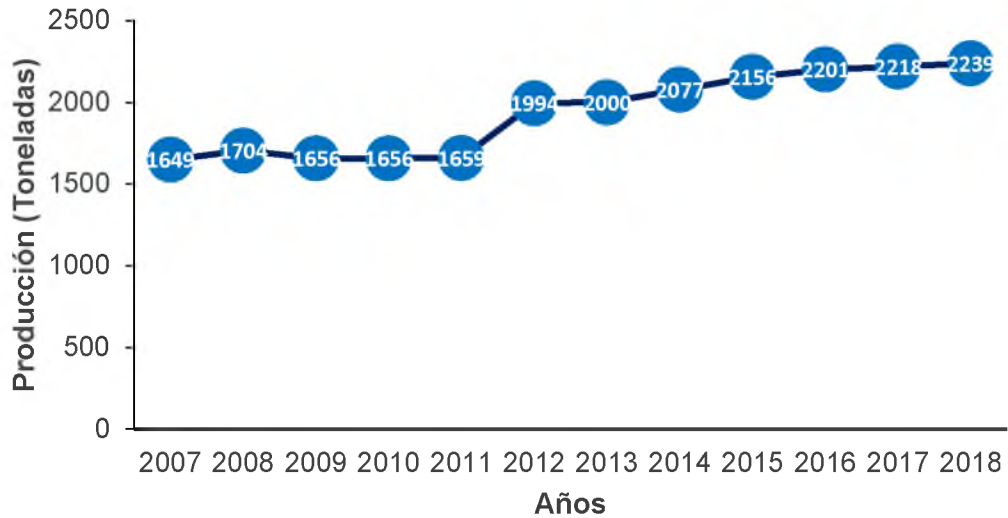


Figura 3. Volumen de participación (%) en producción de carne ovina de los principales Estados de la República Mexicana.

En el caso del Estado de Oaxaca la producción de carne de ovino en el año 2017, alcanzó un volumen de 2,218 t, generando con ello un valor de producción de 145.6 millones de pesos con 123,391 cabezas de borregos sacrificadas, en la Figura 4 se visualiza la tendencia de la producción de carne ovina del año 2007 al 2018 (SIAP, 2019). Sin embargo, con respecto a kg de carne en pie obtuvo un volumen de 4,302 t con un valor en producción de 143.54 millones de pesos (SIAP, 2019).



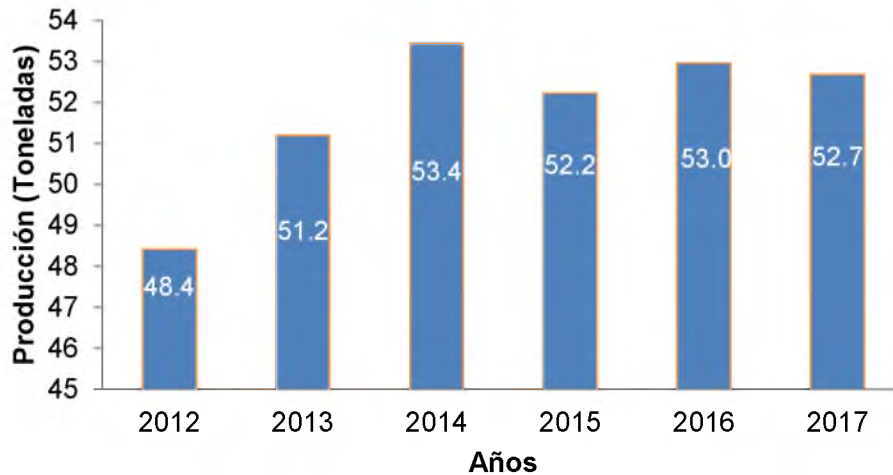
Fuente: (SIAP, 2019).

Figura 4. Tendencia de la producción de carne ovina en el Estado de Oaxaca en el periodo que comprende del año 2007 al 2018.

En el Distrito de Tuxtepec la producción de carne de ovino en el año 2017, alcanzó un volumen de 380 t, generando un ingreso de 27.18 millones de pesos con un número total de 19,722 cabezas de animales sacrificados, obteniéndose 27.25 millones de pesos en producción y 756 toneladas de ganado en pie (SIAP, 2019).

En el 2017 el municipio de Loma Bonita, Oaxaca produjo 106 t de ganado en pie con un valor de producción de 3.84 millones de pesos. De las toneladas de ganado ovino en pie se obtuvo 53 t de carne en canal, con un ingreso económico de 3.83 millones de pesos (SIAP, 2019).

La tendencia que ha tenido el municipio de Loma Bonita, Oaxaca del 2012 al 2017 en la producción de carne ovina se observa en la Figura 5 (SIAP, 2019).



Fuente: (SIAP, 2019).

Figura 5. Tendencia de la producción de carne ovina en el municipio de Loma Bonita, Oaxaca en el periodo que comprende del año 2012 al 2017.

De acuerdo con las estadísticas que se mencionaron, se observa que la ovinocultura en el Estado de Oaxaca va en aumento y el municipio de Loma Bonita, Oaxaca, ha tenido una tendencia a incrementarse. La causa de esto, al igual que en otras regiones del trópico, se debe a la baja rentabilidad actual de la ganadería bovina en algunas regiones del trópico, los ganaderos han visto a la ovinocultura como una opción económica (Ramírez *et al.*, 2011).

Las principales ventajas productivas de los ovinos son: su prolificidad, precocidad sexual, eficiencia en la utilización de nutrientes o forrajes no aprovechados por los bovinos, facilidad de manejo, periodos de crecimientos cortos, entre otros (Pérez, 2012).

4.4. Alimentación de ovinos

El sistema de alimentación que prevalece en la mayoría de las explotaciones comerciales de ovinos en el trópico mexicano está basado en el pastoreo, el cual se lleva a cabo en: agostaderos, praderas introducidas de zacates tales como estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*), privilegio (*Megathyrsus maximus*), pasto insurgente (*Urochloa brizantha*), pasto Guinea (*Megathyrsus maximus* cv Mombaza), o plantaciones agroforestales como los huertos de cítricos (Bores *et al.*, 2009).

Partida *et al.* (2013), indicaron que los pastos y forrajes aportan a los ovinos una cantidad de nutrimentos que aseguran una productividad moderada, debido a sus niveles insuficientes de energía, proteína, minerales y/o vitaminas. A estas deficiencias habrá que añadirles la escasez de pasturas en época de sequía. La productividad de los animales puede ser incrementada aportándoles insumos alimenticios como cereales, fuentes proteínicas, alimentos balanceados, esquilmos y/o subproductos agroindustriales; estos deben ser viables económicamente por unidad nutricional.

Sin embargo, para lograr una correcta estrategia de alimentación de los animales en pastoreo se requiere conocer los aspectos básicos, valor nutricional de los insumos, consumo voluntario, valor nutricional del pasto consumido y las necesidades nutricionales en ovinos de pelo en sus diversas etapas productivas (Bores *et al.*, 2009).

Dentro de los granos de cereales utilizados en la alimentación animal se tiene el trigo, maíz, cebada, sorgo, soya y avena.

El grano de maíz (*Zea mays* L.) es uno de los principales ingredientes de los alimentos, apreciado por su valor energético, palatabilidad, escasa variabilidad de su composición química y bajo contenido en factores anti-nutricionales. Este cereal contiene en el grano un alto contenido de almidón y grasa, y bajo nivel de fibra. La proporción media de amilosa y amilopectina es 25:75 pero en variedades de tipo céreo la proporción de amilopectina alcanza casi el 100 % (FEDNA, 2019).

El maíz tiene déficit en proteína, que además no está bien equilibrada, especialmente en lisina y triptófano. La fracción nitrogenada del grano tiene una baja proporción de proteínas metabólicas solubles como las albúminas y globulinas que representan el 6 %, y alta de proteínas de reserva como la glutelina y prolamina (zeína) en un 40 % y 54 %, respectivamente. Esta última es muy insoluble y responsable de la baja degradabilidad de la proteína en rumiantes (45 %) (FEDNA, 2019).

Al igual que otros cereales, el maíz es deficitario en calcio, sodio, microminerales y vitaminas hidrosolubles. El contenido en fósforo es aceptable (0.25 %) pero en gran parte se encuentra en forma de fitatos poco disponibles. Además, el grano no contiene fitasas activas. El maíz es una buena fuente de vitamina A y de xantofilas (FEDNA, 2019). Los granos de maíz enteros contienen 2 mg de niacina por cada 100 gramos (FAO, 2017).

4.5. Impacto económico de la alimentación

Desde un punto de vista económico, la alimentación representa un 70 % de los costos de producción de una explotación ganadera, por lo que es importante que, en las regiones de trópico, sea el pastoreo la base de la alimentación y se pueda complementar con fuentes de alimentación de bajo costo, de ahí la importancia de identificar que fuentes de nutrición complementaria de bajo costo se encuentran disponibles en cada región donde se esté realizando la cría de ovinos (Cruz, 2012).

Mediante un buen manejo de la alimentación en ovinos se puede obtener una mayor producción y disminuir los costos de alimentación. De los alimentos interesa conocer dos aspectos determinantes: su valor nutritivo y su precio (Caravaca *et al.*, 2005).

4.6. Disponibilidad y valor nutritivo de los forrajes tropicales

En el trópico mexicano existe una gran variedad de pastos, que sirven de base para la alimentación de los ovinos, entre los más conocidos se encuentra el pasto estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*), diferentes especies del genero *Urochloa* (antes *Brachiaria*), como el pasto insurgente (*Urochloa brizantha*), pasto caimán (*Urochloa híbrido 1752*) y variedades que suelen ser de porte rastrero como el pasto señal (*Urochloa decumbens* Stapf) y *Urochloa arrecta* (Cruz, 2012).

Los forrajes tropicales se caracterizan por su gran contenido de materia seca; sin embargo, la cantidad de energía metabolizable es moderada. La proteína alcanza 9 % en los pastos y 20 % en leguminosas y plantas arbustivas. En la etapa de crecimiento, la digestibilidad de las gramíneas es superior al 60 %; sin embargo, a medida que el pasto madura la proteína puede bajar a 6 % y la digestibilidad a un 40 % (Ortega *et al.*, 2009).

En muchos casos los ovinos consumen plantas forrajeras nativas que en estados avanzados de madurez contienen bajo nivel de energía metabolizable (EM) de 15 a 17 Mcal/kg de materia seca (MS) y de proteína digestible (PD). La cantidad de proteína cruda (PC) varía con la época del año, estado de madurez y tipo de planta forrajera con valores de 50 a 60 g de proteína cruda por kg de MS, esta cantidad es insuficiente para estimular el consumo voluntario de los ovinos y la digestibilidad del forraje consumido, así como para sostener ganancias de peso de 70 g/animal/día (NRC, 2007).

Los requerimientos nutricionales de los ovinos se dividen en diferentes períodos fisiológicos, tales como el mantenimiento de peso, el último tercio de gestación y lactación y en los corderos en la etapa de crecimiento, desarrollo y finalización (engorda). Esto es debido a que las necesidades se modifican por las variaciones metabólicas que se presentan en el organismo en cada uno de sus períodos (Bores *et al.*, 2009).

En el Cuadro 2 se indican los requerimientos nutricionales diarios que necesitan los ovinos para la realización de sus funciones, respecto a cada una de sus etapas de vida.

Cuadro 2. Requerimientos nutricionales de los ovinos (nutrimentos diarios por animal).

	MS	TND	ED	EM	Proteína	Ca	Fósforo	VitA	VitE
Borregas	(kg)	(kg)	(Mcal)	(Mcal)	(g)	(g)	(g)	(UI)	(UI)
Mantenimiento	1.0	0.55	2.4	2.0	95	2.0	1.8	2350	15
Gestación ^{UT}	1.6	0.94	4.1	3.4	175	5.9	4.8	4250	24
En lactación	2.1	1.36	6.0	4.9	304	8.9	6.1	4250	32
Corderos									
En crecimiento	1.0	0.8	3.5	2.9	167	5.4	2.5	940	20
En desarrollo	1.4	1.1	4.8	4.0	216	7.2	3.4	1410	21
En finalización	1.6	1.22	5.4	4.4	185	6.6	3.3	1880	24

^{UT}: Último tercio, MS: Materia seca, TND: Total de nutrientes digeribles, ED: Energía digerible, EM: Energía metabolizable, Ca: Calcio, UI: Unidades internacionales. Fuente: (Shimada, 2005).

4.7. Parámetros para evaluar calidad de la canal y calidad de la carne

4.7.1. Calidad de la canal. La calidad de la canal está definida por el conjunto de características que le confieren una máxima aceptación en el mercado y que se traduce en un alto precio o en una mayor demanda (Zimmerman, 2009). Entre algunos de los parámetros se encuentran:

Peso. Es la cantidad expresada en kilogramos de una canal después del proceso de sacrificio y faenado, previa al lavado final de la misma (NMX-FF-106-SCFI-

2006). Muchas veces el peso de una canal da una idea sobre la categoría o edad del animal que la produjo. Sin embargo, no se puede considerar a éste como un criterio suficiente para diferenciar categorías (Zimmerman, 2009).

Conformación. Describe la forma y volumen general del cuerpo del animal, ya sacrificado en su presentación como canal caliente o canal fría, tomando como base el contorno de la canal. Considera la distribución y proporción de las diferentes partes que forman la canal. En general se busca que los cuartos sean gruesos y cortos, el cuello corto y ancho. En una canal bien conformada predominan los perfiles convexos y las medidas de anchura sobre las de longitud, dando la impresión de una canal ancha, corta y compacta (Zimmerman, 2009; NMX-FF-106-SCFI-2006).

Al comparar canales de similar peso y engrasamiento, las de mejor conformación presentan alta relación músculo-hueso, mayor proporción de las piezas más grasas (costillar y bajos) y presentan músculos más cortos y anchos (Cuadro 3), lo cual se valora en el momento de vender piezas o cortes de carne (Zimmerman, 2009).

Existen dos formas de medir la conformación:

1. A través de la comparación con patrones fotográficos (Figura 6).
2. A través de medidas e índices.

Cuadro 3. Clasificación de la conformación de la canal ovina.

Clasificación	Descripción
Excelente	Canales con músculos gruesos y amplios en comparación con la longitud de la misma, amplio llenado de las piernas y los cuartos delanteros.
Buena	Canales con músculos moderados en comparación con la longitud de la misma, piernas y cuartos delanteros moderadamente delgados.
Deficiente	Canales con músculos delgados en comparación con la longitud de la misma, piernas y cuartos delanteros delgados y cóncavos.

Fuente: (NMX-FF-106-SCFI-2006).



Fuente: (NMX-FF-106-SCFI-2006).

Figura 6. Patrón fotográfico de la conformación de canales ovinas.

Engrasamiento. Es un indicador del grado de terminación de la canal con respecto al tejido conectivo adiposo que tienen los animales. Puede valorarse según la grasa de cobertura de las canales (grasa subcutánea) o a través del engrasamiento interno (grasa renal). En ambos casos es necesario utilizar una escala basada en patrones fotográficos (Figura 7) (NMX-FF-106-SCFI-2006).

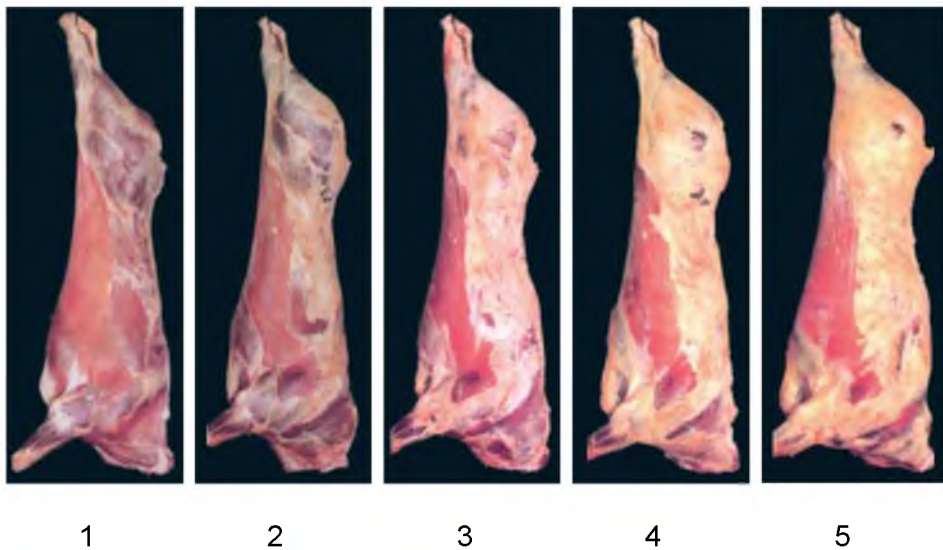


Figura 7. Patrón fotográfico utilizado para la determinación del estado de engrasamiento (Colomer, 1988).

En general las razas lecheras, de lana o productoras de pelo, tienden a depositar más grasas cavitarias (grasas internas, que se depositan en la cavidad abdominal) que, de cobertura, es por ello que para éstas es recomendable utilizar la clasificación según su engrasamiento renal (Zimmerman, 2009).

Composición. Puede ser regional (piezas que componen las canales) o tisular (tejidos que la constituyen). Para su estudio se debe realizar un despiece normalizado y disección de cada una de las piezas (Zimmerman, 2009).

4.7.2. Calidad de la carne. Uno de los objetivos prioritarios de la producción animal es la calidad de la carne. La carne de ovino impacta en el consumidor con una imagen de producto sano y natural, dotado de grandes atributos sensoriales y además se relaciona con la composición de cortes, alejado de los problemas sanitarios (Sañudo, 1996).

En años recientes se demostró que los consumidores prefieren cortes magros de corderos, por lo cual la genética está orientando la producción de canales de corderos magros, evitando la sobrecarga grasa (Rébak *et al.*, 2007).

Cualidades importantes para valorar la calidad incluyen el color de la carne y de la grasa, así como el nivel de grasa intramuscular (Rébak *et al.*, 2007). Entre algunos de los parámetros que definen la calidad de la carne Zimmerman (2009) describe los siguientes:

4.7.2.1. Características fisicoquímicas. Las características fisicoquímicas que se le deben de medir a la carne son: pH, color, capacidad de retención de agua (CRA), textura (terneza). Las características de la carne presentan variaciones debido a diferencias en especie, raza, edad, manejo y alimentación.

pH. La carne es el resultado de dos cambios que ocurren en el músculo durante el período post-mortem: el establecimiento del rigor mortis y la maduración. El principal proceso que se lleva a cabo durante el establecimiento del rigor mortis es la acidificación muscular post-mortem. El descenso del pH depende del tipo de fibras presentes en el músculo y de la actividad muscular antes del sacrificio. El proceso de acidificación en ovinos normalmente va de 12-24 horas (Zimerman, 2008).

El pH normal del músculo al momento del sacrificio es de 7.0 ± 0.2 y en las primeras 6 a 12 h post-mortem desciende hasta 5.6 ± 0.2 (Desdémón *et al.*, 2012), por encima de estos valores, el glucógeno estaría ausente del músculo en condiciones normales. El glucógeno presente en el músculo antes del sacrificio depende en gran medida de factores del estrés físico y fisiológico en los animales (Zimerman, 2008).

Los factores que afectan el pH de la carne pueden ser:

1. Factores intrínsecos: raza, sexo, edad y peso al sacrificio.
2. Factores extrínsecos: sistema de producción, la alimentación.
3. Factores pre-mortem (estrés, transporte, aturdimiento al sacrificio y el sacrificio) y factores post-mortem (frio y tiempo de oreo).

Esta condición levemente ácida resulta de gran importancia porque permite que la carne sea menos susceptible a la contaminación microbiana, lo cual favorece su conservación (Zimerman, 2009).

Métodos de determinación del pH:

1. Método de homogenizado. Potenciómetro fijo o portátil.

Calibrar el potenciómetro. Pesar 10 g de carne fresca y colocarla en el vaso de la licuadora. Añadir 90 mL de agua destilada y licuar por 1 min. Filtrar la suspensión de carne en la manta de cielo para eliminar tejido conectivo. Medir el pH por triplicado con el potenciómetro calibrado. Lavar el electrodo con agua destilada y limpiar sin frotar con un papel absorbente después de cada muestra y al final.

2. Método por indicador. Tiras indicadoras de pH (Braña *et al.*, 2011).
3. Método de medición directa. Potenciómetro de penetración y con compensación de temperatura automática (Braña *et al.*, 2011).

Previo a las mediciones del pH, calibrar el potenciómetro con buffer pH 4.0 y 7.0, según las indicaciones del fabricante.

Perforar la muestra de carne. Introducir el electrodo en el músculo perpendicular a la masa muscular, a unos 2 cm de profundidad. Evitar el contacto de la sonda con grasa o tejido conectivo y medir el pH.

Retirar el electrodo, limpiarlo y volver a introducir en otra parte del mismo músculo, para las subsiguientes lecturas. Se recomienda realizar al menos dos lecturas en la misma muestra (Braña *et al.*, 2011).

Color. Es el primer factor que considera el consumidor al adquirir carne. Se asocia “carne oscura” con “animales viejos”, la realidad es que tanto animales de mayor peso, como aquellos de razas adaptadas a condiciones ambientales extremas presentan carnes más oscuras y con mayor índice de rojo. La

alimentación del animal en algunos casos puede afectar el color de la carne, además el sexo, la edad, la raza, el clima y el manejo. El agregado de sustancias antioxidantes naturales (extracto de romero, orégano, pimienta o tomate) a la dieta permiten que el color de la carne se mantenga estable durante un mayor período de tiempo (Zimmerman, 2009).

Para la evaluación del color de la carne a nivel del lomo, se utilizan patrones fotográficos para dar la puntuación del color en el área del ojo del lomo de los corderos (Figura 8).

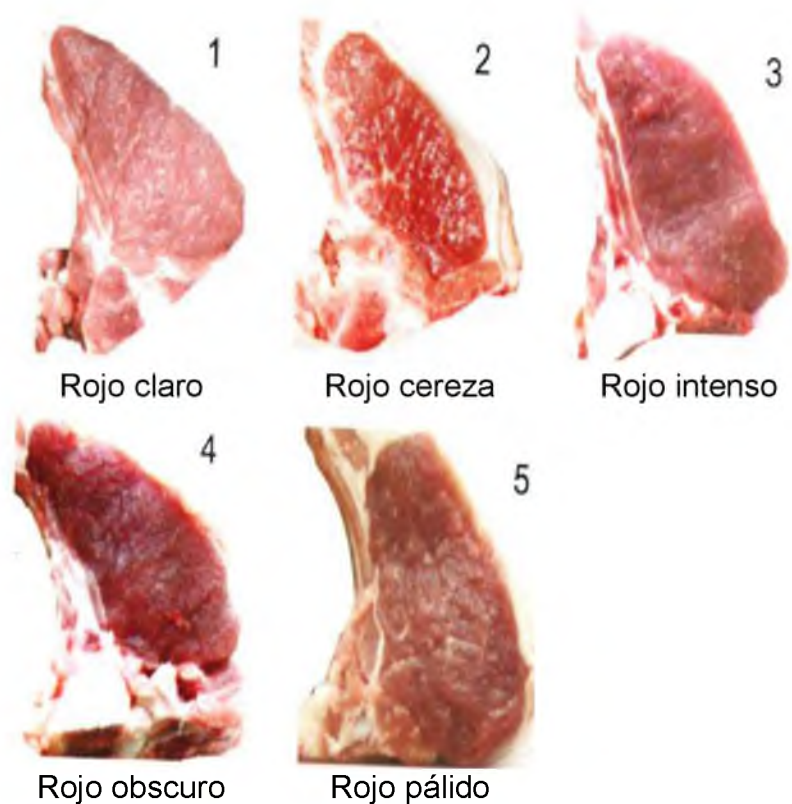


Figura 8. Patrón fotográfico para la puntuación de color en el área del ojo del lomo de corderos (Modificado de Desdémona, 2007).

El color se mide con: colorímetros o espectrofotómetros, aunque también se pueden utilizar patrones fotográficos. Para la medición del color con colorímetros se usan escalas y coordenadas L^* , a^* y b^* del sistema CIELAB, donde: L^* es la luminosidad, a^* son tendencias al color rojo cuando es positivo y se tornan a verde si el valor es negativo y el b^* la tendencia es amarillo al ser positivo y azul si resulta ser negativo (CIE, 1976).

Los códigos de color Pantone se utilizan para especificar con precisión un color aplicado (color pigmento). Las Guías Pantone (Cartas Pantone), son tiras de papel-cartón de determinado gramaje y textura (coated, uncoated) con la impresión de una muestra de color, su nombre y fórmulas para obtenerlo (en porcentajes, gramos, etc).

Métodos de determinación del color:

1. Colorímetros: Sistema de CIELAB (CIE, 1976).
2. Sistema Munsell (Munsell, 1957).
3. Cartas Pantone (Montesinos, 2003).

Terneza. Es un atributo muy importante que considera el consumidor en su decisión o preferencia por algún tipo o corte de carne. Si bien la apariencia visual es determinante en el momento de la adquisición, la satisfacción del consumidor por el producto queda definida en el momento de consumir la carne, y es allí donde posiciona a la terneza como el parámetro más importante (Zimmerman, 2009).

La ternera es afectada por varios factores, entre ellos la genética, la edad, el sexo, la alimentación y el manejo antes y después del sacrificio de los animales, también por factores como el manejo del frigorífico durante la transformación del músculo a carne y maduración de la misma (Ynsaurralde *et al.*, 2013).

El incremento de la actividad autolítica a nivel muscular y la disminución del acortamiento miofibrilar, se da por la cantidad y el tipo de tejido conjuntivo presente en la carne. El tejido está constituido por dos proteínas fibrilares: el colágeno y la elastina, siendo el colágeno quien ejerce efecto sobre la dureza de la carne (Bianchi, 2012).

La carne dura es el resultado del entrecruzamiento entre fibras de colágeno que ocurre en los músculos a medida que el animal se va desarrollando. En presencia de altos contenidos de grasa intramuscular, es mayor la ternera (con los dientes cuesta menos cortar grasa que carne), y esto puede modificarse con la alimentación que recibe el animal (Weir, 1960; Zimmerman, 2009).

Un factor, cuya importancia sobre la ternera es más importante que la raza, edad o engrasamiento, es el tiempo de maduración de la carne, que consiste en mantener la carne refrigerada durante un tiempo después de que se haya concluido el rigor mortis. A medida que pasan los días post-sacrificio, debido a las condiciones levemente ácidas de la carne, se van degradando fibras que constituyen lo que anteriormente era músculo (Zimmerman, 2009).

Existen muchos estudios al respecto, pero se podría concluir que una buena ternera en carne ovina se obtiene con una maduración de la carne de ocho días

Zimmerman (2009), mientras que Shackelford *et al.* (1991) observaron que el inhibidor de las calpaínas, es el parámetro mejor correlacionado con la terniza tras 14 días de almacenamiento a 2 °C y lo asociaron como regulador de la terniza.

Con el descenso de los valores de pH, inicia la activación de enzimas lisosomales y sarcoplásmicas, cuya función es degradar proteínas estructurales del músculo. Entre estas destacan las calpainas y catepsinas, siendo las responsables de la terniza de la carne. Esta característica indica el grado de acidez que presenta la carne (Hargreaves *et al.*, 2004).

Una vez sacrificado el animal, hay un cese de la circulación sanguínea y el aporte de nutrientes como de oxígeno a los diferentes tejidos, por lo que el músculo utiliza el glicógeno almacenado en ATP para mantener la temperatura y su integridad estructural. Con la formación de ATP se produce ácido láctico que se acumula en el músculo debido a la falta de sistema circulatorio, lo que provoca el descenso de los valores de pH (Hargreaves *et al.*, 2004).

Cuando el animal es sacrificado, el cese de la circulación sanguínea produce el agotamiento del oxígeno en los tejidos y un aumento del metabolismo celular anaeróbico. El pH corresponde a valores cercanos a 7.0 y en las primeras 6 a 12 h post mortem descienden hasta los 5.7, esto es de gran importancia, puesto que una condición levemente ácida le permite a la carne ser menos susceptible a la acción microbiana, favoreciendo su conservación (Hargreaves *et al.*, 2004).

Las características de la carne cambian, se tornan menos aceptables para el consumidor, se acorta la vida útil del producto y constituye una fuente importante de pérdidas económicas para la industria cárnica. La velocidad del descenso del pH post-mortem constituye uno de los factores cruciales de la transformación del músculo en carne, así como en la definición de la calidad futura (Quiroz *et al.*, 2016).

El tiempo de transporte, la espera en el rastro y el período de ayuno tienen relación con el descenso del pH registrado en las 24 h post-mortem, si el animal está estresado consume todo el glucógeno y se reduce el nivel de ácido láctico que se desarrolla en la carne luego de su muerte, esto provoca efectos adversos, como carnes DFD (Dark, Firm, Dry) y pH elevado, perdiendo de esta forma atributos importantes en la calidad de la carne (Quiroz *et al.*, 2016). Se caracterizan por ser más oscuras, secas y firmes de lo normal (Hargreaves *et al.*, 2004).

La ocurrencia de carne DFD está alta y directamente correlacionada con el pH último (pHu) de la carne. En estas condiciones se reduce el período de vida útil de los cortes en vitrina, ya que está asociado a una alta capacidad de retención de agua lo que favorece el crecimiento bacteriano. A pesar de que varios pigmentos están presentes en el músculo, la oxidación de la mioglobina a oximioglobina es el principal contribuyente en el color rojo brillante característico de la carne (Hargreaves *et al.*, 2004).

Capacidad de retención de agua. Es un parámetro fisicoquímico, definido como la capacidad de la carne para retener el agua contenida en ella misma (en forma libre o inmovilizada) en la aplicación de distintas fuerzas externas (corte, calentamiento, trituración y prensado) cuando son sometidos en algún proceso de transformación y consumo (Bianchi, 2012). Al masticar la carne, la CRA es considerada como la sensación de la jugosidad del producto, siendo una característica deseada por el consumidor (Bianchi, 2012).

4.8. Consumo de carne

La carne forma parte de una dieta equilibrada, aportando valiosos nutrientes benéficos para la salud. La carne y los productos cárnicos contienen importantes niveles de proteínas, vitaminas, minerales y micronutrientes, esenciales para el crecimiento y el desarrollo (FAO, 2017).

El consumo de carne de borrego, tradicionalmente, se ha localizado en el centro del país, donde se concentra el 85 % del total de carne consumida y el resto se aprovecha en los demás estados de la República Mexicana. Se estima que, de la producción total, 90 % se consume en forma de barbacoa y sólo 10 % se prepara de otra manera como cordero al pastor, cordero al ataúd, mixiotes, birria de borrego, cordero lechal y cordero como sustituto de cabrito, así como en cortes finos de cordero (Partida *et al.*, 2013).

Arteaga (2003), afirmó que la carne de ovino no es una carne de consumo frecuente en el menú del ama de casa. Es una carne que en el país se consume en pocos platillos (barbacoa, birria y cortes finos) (Torrescano, 2009).

Los requerimientos del mercado, exigen homogeneidad en el tipo y calidad de los productos demandados. Para los establecimientos que ofrecen mejor calidad en sus productos y para el nuevo segmento de cortes finos que se está desarrollando, así como para la industria hotelera y el mercado internacional, la calidad de los productos demandados es la principal prioridad y la variación en ésta representan una elevada restricción para el mercado local y de exportación (Partida *et al.*, 2013).

El consumo mundial de carne ovina registró un aumento generalizado, pero descendió en los países desarrollados. Algunas de las causas que motivaron dicha retracción es su alto precio con relación a otras carnes, elevada proporción de hueso en el cordero, dificultad para deshuesar, cambios en los hábitos alimentarios y tipo de grasa (Mc Cormick *et al.*, 2000).

El consumo per cápita de carne de cordero en México en el año 2017 fue de 800 g (Espinoza *et al.*, 2017). Además, la FAO reportó un consumo per cápita (incluye carne de: bovino, ave, cerdo y ovino) de 43.6 kg/año en el 2017 (FAO, 2018).

Un factor que se relaciona al bajo consumo de carne ovina, es la asociación entre enfermedades cardiovasculares ya que presenta alto nivel de colesterol y ácidos grasos saturados. Sin embargo, los corderos producidos en pastoreo presentan bajos niveles de grasa (28 %) intramuscular y poseen ácidos grasos poliinsaturados (La Torraca *et al.*, 1999).

La composición de los cortes y sus atributos sensoriales está relacionada directamente a la calidad de la carne ovina. Además, los consumidores prefieren cortes magros de corderos, por lo que conlleva a producir canales de corderos magros, teniendo en cuenta que la proporción de la grasa no sobrepase ya que son cualidades importantes al momento de valorar la calidad, incluyen el color de la carne y grasa, así como el nivel de grasa intramuscular (Thompson *et al.*, 1997).

El rendimiento en canal se obtiene al dividir el peso vivo entre el peso de la canal y el resultado es multiplicado por 100, es importante ya que determina la cantidad de producto que se obtendrá. Esto significa un mayor rendimiento de la canal con respecto al peso vivo del animal, así en producción de carne magra y la relación entre la grasa con respecto al hueso (Warriss, 2003).

4.9. Composición de la carne

El Codex Alimentarius define la carne como “todas las partes de un animal que han sido dictaminadas como inocuas y aptas para el consumo humano o se destinan para este fin”. La carne se compone de agua, proteínas, minerales, grasas y ácidos grasos, vitaminas y otros componentes bioactivos, así como pequeñas cantidades de carbohidratos (FAO, 2017).

Desde el punto de vista nutricional, la importancia de la carne deriva de sus proteínas de alta calidad, que contienen todos los aminoácidos esenciales, así como de sus minerales y vitaminas de elevada biodisponibilidad (Cuadro 4). La

carne es rica en vitamina B12 y hierro, los cuales no están fácilmente disponibles en las dietas vegetarianas (FAO, 2017).

Cuadro 4. Componentes nutricionales de la carne de ganado vacuno, cerdo y ovino.

Componente	Carne de vacuno	Carne de cerdo	Carne de ovino
Kcal	305.0	350.0	348.0
Proteína (g)	17.0	15.0	14.9
Grasa (g)	25.0	31.0	30.0
Colesterol (mg)	0.0	0.0	70.0
Calcio (mg)	8.0	8.0	9.0
Hierro (mg)	1.7	2.2	2.2
Potasio (mg)	0.0	0.0	345.0
Magnesio (mg)	0.0	0.0	14.0
Zinc (mg)	0.0	0.0	2.3
Fósforo (mg)	0.0	160.0	138.0
Vitamina A (U.I)	40.0	0.0	0.0
Vitamina B1 (mg)	0.05	0.70	0.13
Vitamina B2 (mg)	0.13	0.17	0.18
Vitamina B3 (mg)	0.0	0.0	4.3
Vitamina B6 (mg)	0.0	0.0	0.33
Vitamina E (mg)	0.0	0.0	0.6

U.I.: Unidades Internacionales. Fuente: (FEN-FEDECARNE, 2009).

4.10. Fuentes de carne

Las fuentes más frecuentes de suministro de carne son las especies de animales domésticos como el ganado vacuno, los cerdos y las aves de corral y, en menor medida, los búfalos, ovejas y cabras. En medida limitada, la carne procede también de animales exóticos como los cocodrilos, las serpientes y los lagartos (FAO, 2017).

Durante años, las aves de corral han suministrado carne y huevos, el ganado vacuno, las ovejas y las cabras han proporcionado carne y leche, y los cerdos han sido una fuente de carne. Estas especies constituyen la mayor fuente de proteínas animales para los seres humanos (FAO, 2017).

Hay que observar que el uso y consumo de diferentes especies animales varía también en función de preferencias culturales y creencias religiosas (Torrescano, 2009).

4.11. Rendimiento en cortes de la canal ovina

Actualmente, el rendimiento de los ovinos no satisface la demanda creciente de la carne del mercado interno en México, para la elaboración de barbacoa y de cortes selectos. La causa es el insuficiente número de vientres y la baja eficiencia productiva de las unidades de manejo (INEGI, 2018).

El rendimiento en canal y el peso de los cortes primarios, así como las variables productivas son muy importantes para un productor; lo anterior está relacionado con la raza y el tipo de alimento que reciben los animales (Ríos *et al.*, 2012). De

acuerdo con Arbiza y De Lucas (1996), en México los rendimientos en canal poseen la misma variabilidad que en otros países; en los corderos de 6 a 8 meses pueden oscilar de 45 a 55 % los rendimientos en canal.

En borregos Pelibuey sacrificados a 40.3 kg pueden alcanzar un rendimiento en canal de 50.6 %; que dependerá del alimento que reciban y del peso al sacrificio de los animales. Por su parte Gómez *et al.* (2014) encontraron valores de 45.7 a 49.0 % de rendimiento en canal, en animales de 30 kg de peso al sacrificio, mientras que Frías *et al.* (2011) reportaron un rendimiento en canal con un valor de 42.0 % en animales de 32 kg (Gómez *et al.*, 2017).

4.11.1. Recomendaciones antes de iniciar el corte. Antes de realizar el corte de las canales es necesario determinar con precisión el rendimiento de la canal caliente y fría. Lo anterior permite conocer el costo de la canal y determinar los precios de venta de los cortes que se obtengan de ella. Al mismo tiempo proporciona información para evaluar los lotes de corderos disponibles y el precio que se puede pagar por ellos, en base a los kilogramos de carne que se obtengan y tomar decisiones de tipo comercial (Gómez, 2013).

Las razas o cruza que se utilicen, la presentación del cordero al sacrificio, el transporte utilizado y el manejo antes y después del sacrificio, son factores que no deben pasarse por alto; además de la raza, sexo, edad, alimentación y condiciones ambientales. El tener un buen rendimiento de cortes va de la mano con el correcto manejo de los factores antes mencionados (Gómez, 2013).

4.11.2. Rendimiento en cortes. El rendimiento de la canal en cortes se divide en dos grandes grupos: primarios y secundarios. Los primarios se obtienen de cortes sencillos que fueron realizados con sierras de carnicería y en los que se dividió en seis porciones; los secundarios se obtienen a partir de los cortes primarios y se complementan con técnicas más complejas, como el deshuesado (Gómez, 2013).

Relación de cortes primarios y secundarios (Gómez, 2013):

1. Cortes primarios

1. Mitad delantera (hasta la 5ta costilla), 2. Costillar (Rack), 3. Falda y costilla baja, 4. Lomo (silla), 5. Cadera, 6. Pierna (Gómez, 2013).

2. Cortes secundarios

La canal se puede dividir en tercios (delantero, medio y trasero), de los cuales se obtienen los cortes secundarios:

1. Del tercio delantero: 1. Pescuezo/Rueda entera, 2. Espadilla, 3. Chamorro (chamorro corte Francés), 4. Pecho.
2. Del tercio medio: 1. Costillar o Rack de 8 costillas (Split, Americano o Francés), 2. Costilla cargada o tipo Denver, 3. Falda.
3. Del tercio trasero: 1. Lomo entero (silla), 2. Pierna entera, 3. Pierna sin hueso, 4. Pierna corte cuadrado, 5. Osobuco o chamorro de pierna. (Gómez, 2013).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización del área experimental y condiciones climáticas

El estudio inició con la engorda de ovinos en la Posta Zootécnica de la Universidad del Papaloapan Campus Loma Bonita, ubicada en la ciudad de Loma Bonita, Oaxaca, cuyas coordenadas geográficas son 18° 06' 35" Latitud Norte y 95° 52' 47" Longitud Oeste y a una altura de 25 msnm (INEGI, 2018).

El clima del lugar es del tipo Am, el cual corresponde a un clima cálido húmedo, con la presentación de la máxima concentración de lluvias en el verano. La precipitación anual es de 1,744 a 2,880 mm y la temperatura promedio de 25 °C (EAM, 2017).

5.2. Instalaciones

Se utilizó una galera con techo de dos aguas de 4 m de altura en la parte central, 10 m de ancho y 14 m de largo, la cual consta de seis corrales para ovinos, los cuales fueron alimentados con diferentes dietas.

Cada uno de los corrales tiene una medida de 3.50 m de ancho por 3.50 de largo y 1.0 m para la puerta, se alojaron 8 corderos por tratamiento con un peso vivo inicial de 18 ± 2 kilogramos.

La realización de los comederos para los corderos fue de manera artesanal utilizando tubos y tapas de PVC con medidas de 8", partidos a la mitad con una medida de 2.5 m de largo, una profundidad de 10 cm y 20 cm de ancho. Los comederos se colocaron a una altura de 50 cm del piso de tierra, para evitar que los animales pisotearan el alimento ofrecido y así disminuir rechazos.

Los bebederos utilizados se elaboraron con garrafas de plástico con capacidad de 20 L, a estos se le retiró la parte superior (donde se encuentra la tapa y la agarradera), posteriormente se graduaron utilizando una probeta con capacidad de un litro hasta alcanzar los 20 L, ya que se consideró el consumo de agua diario por corral y de esa manera se compensó lo que hacía falta en los bebederos.

5.3. Características generales de los ovinos utilizados en los tratamientos (raza Pelibuey)

5.3.1. Aspecto general. Los ovinos Pelibuey son animales rústicos y prolíficos que se adaptan muy bien a diversas condiciones ambientales, presentan baja estacionalidad reproductiva y tienen una mayor resistencia a diversas afecciones parasitarias. Además, son animales de conformación cárnica, con buenas masas musculares, libre de fibras de lana permanente, y cubiertos de pelo espeso y corto (UNO, 2019).

La cabeza es mediana, con orejas cortas, bien implantadas y dirigidas hacia los lados. Sin aparición de cuernos en machos y hembras, perfil ligeramente convexo con presencia de arrugas en la parte baja de la frente. La cara presenta una coloración más clara en algunos casos, la nariz es triangular con ollares alargados y puede presentar pigmentación oscura (UNO, 2019).

El cuello debe estar bien implantado y proporcionado al tamaño del animal. Evitar animales con cuellos excesivamente largos o cortos. Los hombros de implante

armónico y con el pecho amplio, aunque esta característica solamente se logra mediante selección.

El color de la capa puede variar, se aceptan los siguientes colores (UNO, 2019):

- Canelo. Tonalidad café en cualquier intensidad, desde café claro hasta el rosa. Se acepta la punta de la cola blanca y mancha blanca en la coronilla, cualquier otra mancha blanca no es aceptable. Se permite hasta un lunar negro siempre que no rebase 2.5 cm de diámetro.
- Blanco. Totalmente blanco, aunque se permiten pecas en las patas debajo de la rodilla, en las orejas y en el hocico, no se aceptan animales entrepelados.
- Pinto. Cualquier proporción de manchas café en base blanca o viceversa, pero no se aceptan manchas negras, ni del tipo Black Belly.

Las patas y piernas deben tener buenas masas musculares, la grupa recta y bien redondeada, los aplomos rectos, especial atención a las patas, evitar corvejones metidos (UNO, 2019).

La ventaja de estos animales, es que mantienen un bajo consumo de alimento, presentan buena conversión y producen canales magras, a pesar de ser una raza de madurez precoz depositan poca grasa intramuscular. El color de la grasa puede ser ligeramente más oscuro que en animales de lana, pero igual de suave y jugosa. Los machos alcanzan un peso adulto de 80-100 kg y las hembras de 50-70 kg en la madurez, no obstante, se recomienda sacrificar a los corderos para abasto entre 35 y 45 kg de peso vivo (Partida *et al.*, 2013).

5.4. Tratamientos

La alimentación de los ovinos constó de cinco dietas formuladas para corderos de 18 ± 2 kg de peso vivo. El forraje base utilizado fue pasto estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*). Los tratamientos fueron: Dieta 1 (rastrajo de maíz + dieta balanceada), Dieta 2 (ensilado de maíz + dieta balanceada), Dieta 3 (tulipán (*Hibiscus rosa sinensis*) + dieta balanceada), Dieta 4 (maíz quebrado + dieta balanceada), Dieta 5 (pastoreo (testigo) + concentrado comercial). La dieta base contenía soya, pasto estrella de África, melaza y sal mineral (Cuadro 5).

Cuadro 5. Porción de ingredientes utilizados para la elaboración de las diferentes dietas que se ofrecieron a corderos en engorda. Loma Bonita, Oaxaca.

INGREDIENTES	DIETAS				
	Rastrojo de maíz	Ensilado de maíz	Tulipán (<i>Hibiscus</i>)	Maíz quebrado	Pastoreo
Rastrojo de maíz (kg)	22.5	0	0	0	0
Ensilado de maíz (kg)	0	22.6	0	0	0
Tulipán (<i>Hibiscus</i>) (kg)	0	0	15.2	0	0
Maíz quebrado (kg)	0	0	0	22.2	0
Estrella de África (kg)	21.9	19.3	34.5	14.7	0
Pasta de soya (kg)	11.2	9.9	5.3	11.1	0
Melaza (kg)	3	2.8	2.9	3.1	0
Sal (kg)	0.6	0.6	0.6	0.6	0
Ovina 15 (kg)	0	0	0	0	1.6

El alimento comercial que se proporcionó a los ovinos fue ovina 15, se consiguió en la casa comercial Purina^(MR) de la Ciudad de Loma Bonita, Oaxaca.

5.5. Alimentación

La alimentación del ganado ovino representa el 70 % de los gastos totales generados, por tal motivo fueron evaluadas cinco dietas, teniendo como ingredientes principales el maíz quebrado, rastrojo de maíz, tulipán (*Hibiscus rosa sinensis*), ensilado de maíz y el pastoreo.

El manejo de la alimentación se hizo de la siguiente manera:

1. Dieta de recepción, fue conformada por forraje de pasto Estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*), se les proporcionó durante siete días, en tres horarios (8:00 am, 1:00 pm y 4:00 pm), con la finalidad de amortiguar el cambio de alimentación del lugar de origen a los corrales de confinamiento.
2. Dieta de adaptación se basó en la introducción paulatina de la ración de engorda en la cual se proporcionó a los animales una mayor cantidad de concentrado y una menor cantidad de forraje, este proceso previno la aparición de problemas metabólicos. La fase de adaptación consistió de 15 días, con una proporción de concentrado/forraje de 75:25.
3. Dieta de engorda se formuló con base en los requerimientos nutricionales de los ovinos en energía, proteína (16 %), fibra y minerales, con el objetivo de lograr la máxima ganancia diaria de peso (g día^{-1}), en un periodo de 100 días, y así aumentar el consumo voluntario y hacer más eficiente la conversión alimenticia.

5.6. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, constituido por cinco tratamientos (dietas) y ocho repeticiones (ocho animales por tratamiento), siendo un total de 40 corderos utilizados en el trabajo de investigación. El modelo estadístico utilizado es: $Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$

Dónde: Y_{ij} = Valor observado (variable respuesta), μ = Media general del experimento, T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento, E_{ij} = Error experimental E_{ij} .

El análisis estadístico de la información se realizó mediante el paquete estadístico SAS 9.0 (SAS, 2004), además se hizo una comparación de medias por la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) en las variables que mostraron diferencia estadística significativa.

5.7. Metodología

5.7.1. Animales utilizados. Se utilizaron 40 corderos con un peso vivo de 18 ± 2 kg y una edad promedio de cinco meses. Se distribuyeron al azar en cinco tratamientos de ocho animales cada uno para la prueba de alimentación.

5.7.2. Variables evaluadas. Su descripción se muestra a continuación.

5.7.2.1. Peso de la canal caliente. Es la cantidad expresada en kilogramos de una canal, la cual se obtuvo después del proceso de sacrificio y faenado, previo al lavado final de la misma. Para el registro del peso de la canal caliente (PC) se utilizó una báscula marca “JR” modelo “SXB-30”.

5.7.2.2. Peso de la canal fría. Es la cantidad expresada en kilogramos de una canal, la cual permaneció en conservación, donde permitió alcanzar una temperatura óptima en el centro de las masas musculares a 5 °C por 24 h después del sacrificio. Una vez transcurridas 24 h se pesó la canal utilizando una báscula marca “JR” modelo “SXB-30”, para registrar el peso de la canal fría.

5.7.2.3. Rendimiento en canal caliente. Los corderos finalizados se trasladaron de la Posta Zootécnica de la Universidad del Papaloapan hacia el Laboratorio Químico Biológico donde se sacrificaron a los 100 días, cuando habían alcanzado de 35-40 kg de peso vivo (PV) y una condición corporal no inferior a 3. Para determinar condición corporal se usó la escala 1-5 (Cuadro 6). Antes del sacrificio los borregos se pesaron con una báscula digital colgante con capacidad para 300 kg y fueron sometidos a un ayuno por 12 h, registrándose el peso vivo (kg). Al ingresar al área de sacrificio, se enumeraron los animales para su identificación, luego se cortó la yugular a nivel de la garganta, sin dañar la tráquea, se continuó con el retiro de la piel y de vísceras torácicas y abdominales.

Una vez eviscerados los corderos, se anotaron los pesos de la canal sin cabeza y sin patas (kg), para la obtención del rendimiento en canal caliente.

Cuadro 6. Escala utilizada en ovinos para medir condición corporal (CC).

CC	DESCRIPCIÓN
1	<p>Animal con muy bajo peso. Piel pegada a la base de la cola y pelvis.</p> <p>Vértebras lumbares fácilmente perceptibles a la vista y tacto.</p> <p>Apófisis transversa y espinosa están aguzadas, sin nada de grasa.</p> <p>Los dedos se introducen fácilmente.</p>
2	<p>Animal con bajo peso. A la palpación las apófisis están prominentes pero suaves. Sobre la pelvis se puede sentir una moderada capa de grasa.</p> <p>Los dedos penetran con cierta facilidad.</p>
3	<p>Animal en buenas condiciones. La base de la cola y la pelvis se sienten con adecuada cubierta muscular y grasa.</p> <p>Las apófisis transversa y espinosa de las vértebras están redondeadas y los dedos se introducen con mayor presión.</p> <p>Las costillas se sienten redondeadas.</p>
4	<p>Animal gordo.</p> <p>El área de la base de la cola y la pelvis están redondeadas.</p>
5	<p>Animal obeso. El área de la base de la cola y la pelvis, sin angularidades no se palpan prominencias óseas.</p> <p>Apófisis espinosa de vértebras lumbares y apófisis transversa no se detectan.</p>

Fuente: (INIA, 2015).

El rendimiento en canal (RC), es la proporción del cuerpo del animal que es comercializado como “carne”, es decir, la relación entre el peso vivo al sacrificio del animal y el peso de la canal caliente ($RC=PC/PV \times 100$). El rendimiento en canal (%) puede aumentar con la edad y peso del animal.

5.7.2.4. Rendimiento en canal fría. La determinación del rendimiento de la canal fría (%), se realizó 24 h posteriores al sacrificio de los ovinos. La canal fue sometida a refrigeración manteniendo una temperatura de 5 °C, después de haber transcurrido 24 horas, la canal se pesó y se registraron los pesos obtenidos.

El rendimiento de la canal se obtuvo de la diferencia del rendimiento de la canal caliente con respecto al rendimiento de la canal fría.

5.7.2.5. Peso del cuello. El cuello se separó de la cabeza a partir de la articulación atlanto-occipital y de la canal entre la última vértebra cervical y la primera vértebra torácica, posteriormente se pesó en una báscula marca “JR” modelo “SXB-30” y se registró el peso en kilogramos.

5.7.2.6. Peso de la costilla. Para el peso de la costilla (kg) se utilizó una báscula marca “JR” modelo “SXB-30”, la pieza se obtuvo al realizar cortes en la primera hasta la 12ª vértebra torácica, después se pesó y se registró el peso correspondiente.

5.7.2.7. Peso del lomo. El lomo se separó entre la 12ª y 13ª vértebra torácica hasta la 6ª y 7ª vértebra lumbar, una vez separado el lomo se

prosiguió con el pesado (kg), utilizando una báscula marca “JR” modelo “SXB-30”.

5.7.2.8. Peso del brazuelo. Se utilizó una báscula marca “JR” modelo “SXB-30”, para determinar el peso del brazuelo (kg), la pieza se obtuvo al separar la escápula del tórax, abarcó desde este hueso hasta la articulación carpo-metacarpiana.

5.7.2.9. Peso de la pierna. Para el peso de la pierna (kg) se utilizó una báscula marca “JR” modelo “SXB-30”, la pierna se cortó a partir de la articulación pelviana hasta el borde medio de la articulación tarso-metatarsiana, posteriormente se pesó y se registró el dato.

5.7.2.10. Determinación del área del ojo de la chuleta. Para la medición del área del ojo de la chuleta (músculo *Longissimus dorsi*), se hizo un corte transversal sobre éste a la altura de la 13ª vertebra torácica, se dibujó su forma sobre un papel de acetato siguiendo el contorno de dicho músculo, con la ayuda de un rotulador de punta fina y después con el software autocad se calculó el área correspondiente en centímetros cuadrados.

5.7.2.11. Espesor de la grasa. La medición del espesor de la grasa se realizó mediante el uso de un vernier digital Truper^(MR), midiendo el espesor de la grasa (mm) a la altura de la 13ª vértebra torácica, previamente se realizó una incisión en la línea media dorsal, que permitiera introducir el vernier digital.

5.7.2.12. Medición del pH. La medición del pH se realizó con un medidor de pH portátil con electrodo de penetración marca HANNA. Una vez

sacrificados los corderos, a los 45 min (pH inicial) y a las 24 h post mortem (pH final) en el músculo *Longissimus dorsi* de la canal entre la 4ª y 5ª vértebra lumbar.

5.7.2.13. Determinación del contenido de humedad. El porcentaje de humedad en la canal ovina se determinó utilizando una termobalanza de la marca “Shimadzu” modelo “MOC-120H”, con una capacidad de temperatura de 120 °C y un tiempo promedio de lectura de la muestra de 20 minutos, una vez calibrada se tomó una muestra de 5 g de carne que se cortó uniformemente y se colocó en la platina de la termobalanza.

5.7.2.14. Peso de la piel. El peso de la piel (kg) se obtuvo después de haber retirado la piel de la canal, posteriormente se pesó utilizando una báscula marca “JR” modelo “SXB-30”.

5.7.2.15. Peso de la cabeza. Para el peso de la cabeza (kg) se utilizó una báscula marca “JR” modelo “SXB-30”, la pieza se obtuvo al separarla de la articulación atlanto-occipital, y posteriormente se registró el peso.

5.7.2.16. Peso de las vísceras. Para determinar el peso de las vísceras (kg), se abrieron las cavidades torácicas y abdominales para poder removerlas y se pesaron en una báscula marca “JR” modelo “SXB-30” con una capacidad de 30 kg.

5.7.2.17. Peso y volumen de la sangre. La sangre fue recolectada al cortar la vena yugular del cordero. Para el peso de la sangre (kg) se utilizó una báscula con capacidad de 30 kg marca “JR” modelo “SXB-30”. Una vez pesada

la sangre, se midió el volumen (L) utilizando una probeta graduada con capacidad de 2 Litros.

5.7.2.18. Cortes de la canal. Después de 24 h de enfriamiento a 5 °C las canales se dividieron en dos mitades haciendo un corte por el medio de la espina dorsal, separándose en los siguientes cortes:

Pierna: Separada entre la 5^{ta} y 6^{ta} vértebra lumbar.

Paleta: Incisión longitudinal desde la punta del pecho hasta la séptima y octava vértebra dorsal.

Chuleta: Se separó entre la 13^{ava} vértebra dorsal y la primera lumbar.

Cuello: Separado entre la séptima vértebra cervical y la primera dorsal.

Falda: Corte perpendicular desde la pierna hasta la treceava costilla.

Una vez que se obtuvieron los cortes, se pesaron pieza por pieza y se registraron los pesos correspondientes utilizando una báscula marca "JR" modelo "SXB-30".

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Medidas objetivas de la canal

6.1.1. Peso de la canal caliente. Del análisis de varianza se encontró que existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, por lo que la prueba de comparación de medias indicó que las variables peso en canal caliente (kg) y peso en canal fría (kg) (Cuadro 7), se vieron favorecidos con la dieta a base de maíz quebrado que generó valores de 16.7 kg y 16.5 kg, respectivamente.

Cuadro 7. Peso vivo al sacrificio, peso de la canal caliente y fría en ovinos que se alimentaron con diferentes dietas en Loma Bonita, Oaxaca, México.

Dieta	Variables				
	PVS (kg)	PCC (kg)	PCF (kg)	% RC	Diferencia
Rastrojo de maíz	27.0 ^c	10.4 ^c	10.1 ^c	38.6 ^b	6.9 ^c
Ensilado de maíz	28.1 ^{bc}	10.9 ^c	10.5 ^c	38.7 ^b	7.5 ^c
Tulipán (<i>Hibiscus</i>)	27.9 ^c	10.6 ^c	10.0 ^c	38.0 ^b	7.4 ^c
Maíz quebrado	37.7 ^a	16.7 ^a	16.5 ^a	44.2 ^a	17.7 ^a
Pastoreo	30.6 ^b	12.0 ^b	11.8 ^b	39.2 ^b	10.5 ^b
DMS	2.7	0.9	0.8	3.3	2.7
CV	4.1	3.5	3.2	3.8	12.5

PVS: Peso vivo al sacrificio (kg), PCC: Peso de la canal caliente (kg), PCF: Peso de la canal fría (kg), RC: Rendimiento en canal (%). *Literales: a, b, c, en columnas indican diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$). DMS: Diferencia mínima significativa de Tukey ($P \leq 0.05$). CV: Coeficiente de variación (%).

Los resultados para peso de la canal caliente con la dieta a base de rastrojo de maíz coinciden con lo reportado por García *et al.* (1998) quienes en ovinos

Pelibuey cuantificaron un peso en canal caliente de 10.4 kg, aunque en la dieta de ensilado de maíz e *Hibiscus* se obtuvieron 10.9 kg y 10.6 kg, respectivamente.

Hernández *et al.* (2016) al utilizar semillas de *Canavalia ensiformis* en la alimentación de corderos Pelibuey, reportaron 12.4 kg de canal caliente, que es similar a lo encontrado en la dieta de pastoreo con 12.0 kg. Reséndiz *et al.* (2013) en ovinos Pelibuey que recibieron 20 % de alfalfa (*Medicago sativa*) obtuvieron 18.8 kg en canal caliente. Por su parte Gómez *et al.* (2014) al alimentar ovinos con fruto de guásimo (*Guazuma ulmifolia*) registraron 17.2 kg en canal caliente. Aunque Leyva *et al.* (2007) al ofrecer 20 % de harina del fruto y hojas del árbol del pan (*Artocarpus altilis*) en corderos Pelibuey encontraron un peso de la canal caliente de 14.0 kg.

Gómez *et al.* (2017) en una cruce de corderos Pelibuey x Katahdin suplementados con una porción 20:80 de niveles de *Tithonia diversifolia* y *Pennisetum spp* reportaron 17.74 kg en peso de la canal caliente. Por su parte Magaña *et al.* (2015) comunicaron que se contabilizó un peso en canal caliente de 19.2 kg en corderos Pelibuey x Katahdin al ofrecerles concentrado comercial con 16 % de proteína, sugiriendo que los ovinos en cruce muestran vigor híbrido o heterosis, lo que permite que estos animales expresen al máximo su potencial genético cuando reciben una alimentación balanceada.

La dieta a base de grano de maíz quebrado presentó mayor peso en canal caliente con respecto a las demás dietas del presente trabajo, esto se debe al aporte energético del maíz (7.3 % de proteína, 3.3 % de grasa, 63.8 % de almidón

y 1.7 % de azúcares), que ayuda a la conversión de músculos y a la deposición de la grasa. Asimismo, obteniendo corderos de mayor peso vivo y tamaño.

6.1.2. Peso de la canal fría. En la dieta de ensilado de maíz se obtuvo 10.5 kg de peso en canal fría y en la dieta de pastoreo se encontró un peso de la canal fría de 11.8 kg el cual se asemeja a lo reportado por Hernández *et al.* (2016) quienes en ovinos Pelibuey alimentados con semillas de *Canavalia ensiformis* contabilizaron un peso de la canal fría de 12.1 kg.

En el presente estudio con la dieta de maíz quebrado se obtuvo un peso de la canal fría de 16.5 kg, teniéndose una variación de 0.1 kg en relación con lo reportado por Macías *et al.* (2010) con un peso de la canal fría de 16.6 kg en corderos Pelibuey, dicho estudio fue realizado en el Estado de Sinaloa donde predomina el clima cálido seco.

Frías *et al.* (2011) al suplementar a corderos Pelibuey con caña de azúcar fermentada encontraron 12.9 kg de peso de la canal fría, además Reséndiz *et al.* (2013) al alimentar corderos con 20 % de alfalfa reportaron 18.5 kg en peso de la canal fría, valores superiores a los que se encontraron en el presente trabajo. Para las dietas de rastrojo e *Hibiscus rosa sinensis* se obtuvieron pesos de la canal fría de 10.1 kg y 10.0 kg, respectivamente (Cuadro 7). Esto se explica porque los animales que recibieron una alimentación de *Hibiscus* o rastrojo mostraron pesos menores al momento del sacrificio.

Ríos *et al.* (2012) obtuvieron 28.6 kg en peso de la canal fría al utilizar garbanzo de desecho como base para la alimentación de ovinos. Hernández *et al.* (2009)

en un estudio realizado en ovinos reportaron 20.3 kg en peso de canal fría, al utilizar una cruce de Pelibuey x Katahdin.

Se encontraron diferencias entre los tratamientos por el tipo de alimentación, favoreciendo al de la dieta de maíz quebrado, ya que recibieron una alimentación más seca (solida) al igual que la dieta de rastrojo de maíz. En el proceso de la maduración del músculo a carne, durante el oreo (refrigeración), las canales de los animales alimentados con las dietas de ensilado de maíz y tulipán (*Hibiscus*) fueron afectados por la pérdida de agua, que presentan de manera intracelular en los músculos, debido a que tuvieron un menor peso vivo al sacrificio.

6.1.3. Rendimiento en canal. Para rendimiento en canal existieron diferencias significativas entre tratamientos, donde nuevamente la dieta que contenía maíz quebrado mostró los mayores valores para esta característica la cual fue de 44.2 % (Cuadro 7), mientras que el resto de las dietas tuvieron valores entre 38.0 % a 39.2 %, respectivamente. Atribuida dicha respuesta al hecho de que la variable peso vivo al sacrificio fue superior en la dieta que contenía grano de maíz quebrado.

No obstante lo anterior, se obtuvieron rendimientos en canal de 38.6 %, 38.0 %, 38.7 % y 39.2 % para las dietas de rastrojo de maíz, *Hibiscus*, ensilado de maíz y pastoreo, respectivamente. Partida *et al.* (2010) declararon un rendimiento en canal de 41.1 % al evaluar canales de corderos Pelibuey. Por su parte, Frías *et al.* (2011) hallaron un rendimiento cárnico de 42.0 % en ovinos Pelibuey al

suplementarlos con caña de azúcar fermentada. Tales resultados están en concordancia con los encontrados en el presente trabajo de investigación.

Gómez *et al.* (2017) utilizaron una cruce de ovinos Pelibuey x Katahdin que generaron un rendimiento en canal de 47.9 % al alimentarlos con una proporción de 20:80 de *Tithonia diversifolia* y *Pennisetum spp.* Al respecto, Hernández *et al.* (2012) encontraron un 49.4 % de rendimiento en canal en ovinos Pelibuey. Gómez *et al.* (2014) con una alimentación a base del fruto de guásimo en borregos Pelibuey obtuvieron un rendimiento en canal de 45.8 %, siendo estos valores distintos a los que se encontraron en el presente trabajo.

En un estudio efectuado en ovinos Pelibuey Macías *et al.* (2010) notificaron un 54.5 % de rendimiento en canal dicho trabajo se realizó en clima cálido seco, valor igual al reportado por Reséndiz *et al.* (2013) que fue de 54 % en corderos Pelibuey que se alimentaron con 20 % de alfalfa, lo que sugiere que el contenido de proteína en la leguminosa influyó en el resultado mostrado. García *et al.* (1998) cuantificaron un rendimiento en canal de 53.8 % cuando se alimentó con sorgo entero a corderos Pelibuey. Hernández *et al.* (2009) utilizaron cruces de las razas Pelibuey-Katahdin x Black Belly, estimaron un rendimiento en canal de 51.9 %. Estrada *et al.* (2012) indicaron un rendimiento en canal de 52.9 % en ovinos Pelibuey x Dorper, al alimentarlos a base de sorgo entero. Ríos *et al.* (2012) al utilizar garbanzo de desecho muestran un 59.6 % de rendimiento en canal al evaluar una cruce de corderos Pelibuey x Katahdin.

En el rendimiento en canal las diferencias encontradas en el presente trabajo se pueden atribuirle al tipo de alimentación y al peso corporal de los ovinos al momento del sacrificio (Cuadro 7).

6.2. Rendimiento en canal al despiece de ovinos

6.2.1. Peso del pescuezo. Cuando se fraccionó la canal ovina se encontró que el peso de pescuezo no varió significativamente entre tratamientos (Cuadro 8). La dieta de maíz quebrado obtuvo 1.04 kg en peso de pescuezo teniendo similitud con el ensayo hecho por Macías *et al.* (2010) en ovinos Pelibuey quienes declararon un valor de 1.0 kg en el peso del pescuezo.

En la dieta de pastoreo se encontró un peso del pescuezo de 0.84 kg. En este trabajo al evaluar las dietas de rastrojo de maíz se registró un peso de 0.79 kg y en la dieta de *Hibiscus* se tuvo un valor para peso de pescuezo de 0.77 kg.

En la dieta de ensilado de maíz se registró un peso de pescuezo de 1.31 kg, que concuerda con Frías *et al.* (2011) quienes estimaron un valor de 1.16 kg en peso de pescuezo al suplementar con caña de azúcar fermentada a corderos Pelibuey.

Se puede concluir que en ovinos el peso del pescuezo entre tratamientos no presentó diferencias, respecto al tipo de alimentación y el peso vivo al sacrificio.

6.2.2. Peso de la costilla. Existieron diferencias significativas entre dietas con relación a la variable peso de la costilla, donde el testigo (pastoreo) obtuvo un valor de 1.2 kg que fue el más bajo, mientras que las dietas de ensilado de maíz (1.65 kg) y maíz quebrado (1.72 kg) alcanzaron los valores más altos (Cuadro 8). En alusión a ello, en un trabajo en borregos realizado por Estrada *et al.* (2012), los autores calcularon un peso de la costilla de 1.06 kg cuando ofrecieron sorgo entero. Frías *et al.* (2011) determinaron un peso de la costilla de 1.38 kg en ovinos Pelibuey que consumieron caña de azúcar fermentada.

Ríos *et al.* (2012) en ovinos Pelibuey x Katahdin encontraron un peso de la costilla de 2.9 kg al proporcionarles garbanzo de desecho; por otra parte, Macías *et al.* (2010) reportaron un peso de la costilla de 3.59 kg en ovinos Pelibuey, cifra que coincide con el estudio realizado por Hernández *et al.* (2016) donde obtuvieron un peso de la costilla de 3.5 kg al proporcionar semilla de *Canavalia ensiformis*. Aunque, Magaña *et al.* (2015) en una cruce de ovinos Pelibuey x Katahdin de 120 días de edad que recibieron concentrado comercial con un 16 % de proteína, reportaron 5.6 kg en peso de la costilla al utilizar jaulas elevadas, demostrando una mejor heterosis (vigor híbrido de sus progenitores), el estudio se realizó en el estado de Yucatán, en un clima cálido sub-húmedo con lluvias en verano.

En el peso de la costilla las diferencias encontradas en el presente estudio se pueden atribuir principalmente al tipo de alimentación y al peso vivo al sacrificio. Lo anterior ocurrió en consecuencia al efecto de la dieta a base de maíz quebrado, ya que en dicho tratamiento de alimentación se obtuvo un mayor tamaño y peso vivo de los animales.

Cuadro 8. Proporción de la canal de ovinos según la alimentación que se ofreció, Loma Bonita, Oaxaca.

Dieta	Pescuezo (kg)	Costilla (kg)	Lomo (kg)	Brazuelo (kg)	Pierna (kg)
Rastrojo de maíz	0.79 ^a	1.47 ^{ab}	0.71 ^c	1.13 ^c	1.24 ^c
Ensilado de maíz	1.31 ^a	1.65 ^a	0.84 ^b	1.15 ^c	1.39 ^b
Tulipán (<i>Hibiscus</i>)	0.77 ^a	1.49 ^{ab}	0.73 ^c	1.20 ^b	1.24 ^c
Maíz quebrado	1.04 ^a	1.72 ^a	2.57 ^a	1.75 ^a	2.18 ^a
Pastoreo	0.84 ^a	1.20 ^b	0.78 ^b	1.19 ^b	1.35 ^b
DMS	0.55	0.29	0.1	0.03	0.07
CV	26.9	9	4.1	1.3	2.3

CV= Coeficiente de variación (%). DMS= Diferencia mínima significativa de Tukey ($P \leq 0.05$).

Literales: a, b, c, en columnas indican diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$).

6.2.3. Peso del lomo. En el peso de lomo se registraron diferencias significativas entre tratamientos en comparación con las demás dietas evaluadas (Cuadro 8), donde la dieta de maíz quebrado obtuvo un valor que fue de 2.57 kg, superando a rastrojo de maíz que registró 0.71 kg para la variable indicada, el cual es un valor inferior al encontrado en la dieta de maíz quebrado.

En la variable peso de Lomo, Estrada *et al.* (2012) reportaron 1.21 kg al evaluar corderos Pelibuey x Dorper, García *et al.* (1998) en ovinos Pelibuey encontraron un peso del lomo de 1.09 kg, atribuido a la alimentación que se proporcionó a los

corderos con sorgo entero. En corderos Pelibuey que consumieron caña de azúcar fermentada se encontró un peso de lomo de 2.32 kg (Frías *et al.*, 2011).

Ríos *et al.* (2012) registraron un peso del lomo de 2.26 kg al utilizar ovinos Pelibuey x Katahdin, que se alimentaron a base de garbanzo de desecho, los autores citados reportaron valores superiores a los encontrados en el presente trabajo que fueron en la dieta rastrojo de maíz de 0.71 kg, el de ensilado de maíz obtuvo 0.84 kg, la dieta de *Hibiscus* con 0.73 kg y en la dieta de pastoreo se registró 0.78 kg en peso del lomo (Cuadro 8).

En la dieta con grano de maíz quebrado se tuvo un valor de 2.57 kg para el peso del lomo, que está en concordancia con lo estimado por Magaña *et al.* (2015) quienes encontraron un peso del lomo de 2.61 kg al utilizar corderos Pelibuey x Katahdin que recibieron concentrado comercial (16 % de proteína). Sin embargo, Macías *et al.* (2010) en ovinos Pelibuey calcularon un peso del lomo de 3.31 kg.

Debido al tipo de alimentación, los corderos alimentados a base de grano de maíz quebrado presentaron mayor talla, reflejándose en un mayor peso del lomo. Lo anterior indica que el maíz es un buen aportador de energía, siendo aprovechada por los corderos y asimismo esta energía se convierte en músculo. Cabe destacar que un animal en estabulación no realiza mayor gasto de energía que un animal que se encuentra en pastoreo, además, se le atribuye al peso vivo de los ovinos al sacrificio.

6.2.4. Peso del brazuelo. Para el peso del brazuelo se registraron diferencias significativas entre tratamientos en comparación con las demás dietas evaluadas (Cuadro 8), en dicha característica la dieta de maíz quebrado obtuvo valores más altos que fueron de 1.75 kg, donde superó a rastrojo de maíz que registró un peso del brazuelo de 1.13 kg. En la variable peso de brazuelo se obtuvieron valores inferiores respecto a los reportados por Ríos *et al.* (2012) de 3.18 kg al ofrecerles garbanzo de desecho. Magaña *et al.* (2015) obtuvieron un peso del brazuelo de 4.03 kg al ofrecer alimento comercial con 16 % de proteína donde utilizaron corderos cruzados Pelibuey x Katahdin. Hernández *et al.* (2016) en ovinos Pelibuey registraron 2.8 kg de peso de brazuelo cuando se proporcionó semillas de *Canavalia ensiformis*.

En las dietas evaluadas se encontró un peso de brazuelo de 1.13 kg en rastrojo de maíz, para la dieta de *Hibiscus* y pastoreo se tuvo un peso de 1.20 kg y 1.19 kg, respectivamente, de igual manera en la dieta de ensilado de maíz se registró 1.15 kg y un peso de brazuelo de 1.75 kg en la dieta con grano de maíz quebrado (Cuadro 8).

En el peso del brazuelo la diferencia encontrada en la presente investigación se debe al tipo de alimentación y al peso corporal de borregos al momento del sacrificio. Los animales que fueron alimentados a base de maíz quebrado presentaron una mayor talla en comparación con los animales alimentados con *Hibiscus*. Cabe mencionar que el aporte energético del maíz se refleja en una ganancia diaria de peso aceptable. El *Hibiscus* aunque aporta proteína (14.2 %), no generó las ganancias de peso esperadas en el presente trabajo.

6.2.5. Peso de la pierna. Para el peso de la pierna se registraron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 8), en la cual la dieta de maíz quebrado obtuvo 2.18 kg, superando a la dieta de *Hibiscus* que registró 1.24 kg. Frías *et al.* (2011) reportaron un peso de la pierna de 2.56 kg en ovinos Pelibuey que recibieron una alimentación con caña de azúcar fermentada, mientras que en ovinos de la craza Pelibuey x Katahdin Ríos *et al.* (2012) encontró 8.14 kg al darles garbanzo de desecho y Magaña *et al.* (2015) reportó 5.74 kg en peso de la pierna al proporcionar alimento comercial con 16 % de proteína.

En las dietas evaluadas en este estudio se encontraron valores de 1.24 kg en peso de la pierna en la dieta de *Hibiscus* y en rastrojo de maíz, la dieta de pastoreo registró 1.35 kg y 1.39 kg para la dieta de ensilado de maíz (Cuadro 8). En ovinos Pelibuey, Macías *et al.* (2010) reportaron 3.77 kg en el peso de la pierna, Hernández *et al.* (2016) registraron 2.6 kg en el peso de la pierna al proporcionarles semilla de *Canavalia ensiformis*. Gómez *et al.* (2014) al alimentar ovinos con guásimo encontraron un valor de 2.77 kg en peso de la pierna.

Estrada *et al.* (2012) reportaron un peso de la pierna de 2.23 kg en una craza de borregos Pelibuey x Dorper, alimentados con sorgo entero, este valor se asemeja a lo encontrado en la dieta con grano de maíz quebrado donde se tuvo un peso de la pierna de 2.18 kilogramos. La dieta a base de grano de maíz quebrado presentó mayor peso de la pierna con respecto a otras dietas, debido al aporte energético del maíz, que ayuda a la conversión de músculos y a la deposición de grasa. Siendo posible obtener corderos de mayor peso vivo y tamaño, con una buena alimentación y peso corporal adecuado al momento del sacrificio.

6.3. Dimensión del área del ojo de la chuleta (AOC) y espesor de la grasa dorsal (EGD)

6.3.1. Área del ojo de la chuleta (AOC). La característica AOC presenta diferencias significativas, siendo el maíz quebrado quien registró un valor de 23.6 cm², mientras que la dieta de *Hibiscus* registró un valor bajo de 12.25 cm² el AOC. En corderos Pelibuey Hernández *et al.* (2012) reportaron 14.2 cm² para el AOC, similar a lo encontrado en el presente trabajo al evaluar la dieta de ensilado de maíz que registró 14.15 cm² y 14.65 cm² en la dieta de rastrojo de maíz (Cuadro 9). Esta diferencia se debe a que los corderos alimentados con grano de maíz, el peso vivo al sacrificio era mayor, así mismo el tamaño de los corderos.

En la dieta de pastoreo se encontró un AOC de 15.25 cm² dato que se asemeja a lo reportado por Ríos *et al.* (2012) que produjeron ovinos Pelibuey x Katahdin alimentados con garbanzo de desecho estimaron un AOC de 15.72 cm².

Sin embargo, Estrada *et al.* (2012) indicaron un AOC de 11.22 cm² en ovinos Pelibuey x Dorper alimentados con sorgo entero. Hernández *et al.* (2016) alimentaron a corderos Pelibuey con semilla de *Canavalia ensiformis* reportaron el AOC de 10.7 cm².

En la dieta de tulipán se encontraron valores de AOC de 12.25 cm². Por su parte, Macías *et al.* (2010) estimaron un AOC de 16.3 cm² al evaluar ovinos Pelibuey. García *et al.* (1998) al alimentar a corderos Pelibuey con sorgo entero informaron un valor de AOC de 17.13 cm², siendo un dato distinto al encontrado en la dieta con grano de maíz quebrado.

En el presente trabajo se encontró diferencias entre tratamientos respecto al AOC, esto se le atribuye al tipo de alimentación, al peso vivo de ovinos al sacrificio, y de igual manera al tamaño y peso de la canal, los cuales modificaron las dimensiones del AOC.

Cuadro 9. Medidas del área del ojo de la chuleta (AOC) en ovinos y espesor de la grasa dorsal (EGD) en el músculo *Longissimus dorsi*.

Dieta	AOC (cm ²)	EGD (mm)
Rastrojo de maíz	14.65 ^{bc}	0.3 ^a
Ensilado de maíz	14.15 ^{bc}	1.2 ^a
Tulipán (<i>Hibiscus</i>)	12.25 ^c	0.3 ^a
Maíz quebrado	23.60 ^a	1.3 ^a
Pastoreo	15.25 ^b	0.5 ^a
DMS	2.88	1.2
CV	8.3	26.4

CV: Coeficiente de variación (%), DMS: Diferencia mínima significativa de Tukey ($P \leq 0.05$).

6.3.2. Espesor de la grasa dorsal (EGD). El espesor de la grasa dorsal no muestra diferencias significativas entre los tratamientos o dietas en estudio, esta característica alcanzó la mayor magnitud con un valor de 1.3 mm para la dieta de maíz quebrado, donde el pastoreo registró 0.5 mm, el cual se asemeja a lo mencionado por Hernández *et al.* (2016), quienes obtuvieron 0.7 mm en EGD en ovinos Pelibuey alimentados con semillas de *Canavalia ensiformis*.

Los trabajos realizados por Estrada *et al.* (2012) y Hernández *et al.* (2016) fueron evaluados en climas cálido- húmedo y semiseco, siendo un clima similar al del presente trabajo, por lo cual la demanda de energía por los animales es mayor.

Estrada *et al.* (2012) reportaron 1.79 mm en EGD al evaluar ovinos Pelibuey x Dorper alimentados con sorgo entero. En ovinos Pelibuey x Katahdin, Ríos *et al.* (2012) encontraron un EGD de 2.79 mm cuando los alimentaron con garbanzo de desecho. Por su parte, Gómez *et al.* (2017) midieron 2.5 mm de EGD en ovinos que se alimentaron con *Tithonia diversifolia* y *Pennisetum spp* a una proporción de 20:80.

Ramírez *et al.* (2007) informaron un EGD de 2.5 mm al utilizar razas Pelibuey-Katahdin x Black Belly, coincidiendo con un estudio realizado en ovinos por Hernández *et al.* (2009) quienes reportaron un EGD de 2.5 mm. Por otra parte, Macías *et al.* (2010) al evaluar ovinos Pelibuey reportaron 4.0 mm. Sin embargo, en las dietas utilizadas en este estudio se encontraron valores de 0.3 mm en las dietas de rastrojo de maíz e *Hibiscus*. Además, en la dieta con grano de maíz quebrado y ensilado de maíz se obtuvieron 1.3 mm y 1.2 mm (Cuadro 9), respectivamente en EGD.

La grasa actúa como protector, evitando pérdidas excesivas y mejorando la terneza del producto. Una cantidad mínima de grasa es necesaria para obtener una calidad aceptable. Un mayor peso al sacrificio se correlaciona con un alto contenido de grasa intramuscular (Sañudo, 2006). El límite inferior del consumo de grasa no debe ser inferior al 15 %, tampoco superar un 25 % total de la energía

lipídica, el consumo óptimo de grasa incluyendo el colesterol no debe exceder 300 mg diarios en la ingesta humana (Eynard, 2006). La alimentación es la principal vía para modificar el perfil de ácidos grasos (AG) de la carne de los rumiantes (Villar *et al.*, 2013).

Se puede indicar que en el presente trabajo el EGD no se afectó entre los tratamientos por el tipo de alimentación, tampoco por el peso vivo al sacrificio. En los trabajos reportados midieron corderos de mayor peso vivo al sacrificio, también utilizaron corderos de mayor edad, asimismo, la demanda de energía fue menor acumulando grasa subcutánea al trabajar en climas semi-secos, semi-cálidos y en cálido-húmedos.

6.4. Calidad fisicoquímica de la canal

6.4.1. pH 45 minutos y 24 horas post-mortem. Para la característica de pH a los 45 min post mortem se puede apreciar que existen diferencias significativas en las canales, mientras tanto a las 24 h post mortem no se encontraron diferencias. La dieta suministrada con *Hibiscus* generó un pH= 6.6 de la canal (Cuadro 10), distinto al de la carne producida con maíz quebrado, que registró un pH de 6.0 a los 45 min post-mortem.

Al momento de medir el pH 24 h se encontró un valor de 5.51 en la dieta de *Hibiscus* la cual coincide con el estudio de Reséndiz *et al.* (2013), quienes al evaluar corderos Pelibuey alimentados con 20 % de alfalfa dictaminaron un valor de pH de 5.51, de igual manera Hernández *et al.* (2009), reportaron un pH de 5.8

coincidiendo con lo encontrado en la dieta de pastoreo y donde la dieta con grano de maíz quebrado alcanzó un pH a las 24 h de 5.75.

Cuadro 10. Características fisicoquímicas de la canal de ovinos, bajo distintos sistemas de alimentación.

Dieta	pH		% Humedad
	45 min	24 h	
Rastrojo de maíz	6.33 ^{ab}	5.60 ^a	77.10 ^a
Ensilado de maíz	6.34 ^{ab}	5.64 ^a	73.95 ^{cd}
Tulipán (<i>Hibiscus</i>)	6.60 ^a	5.51 ^a	74.50 ^{bc}
Maíz quebrado	6.00 ^c	5.75 ^a	72.25 ^d
Pastoreo	6.12 ^{bc}	5.80 ^a	75.90 ^{ab}
DMS	0.32	0.3	1.94
CV	2.4	2.5	1.2

DMS: Diferencia mínima significativa de Tukey ($P \leq 0.05$). CV: Coeficiente de variación (%).

Es de destacar que en la dieta de rastrojo de maíz se midió un pH a las 24 h de 5.60 y la carne obtenida con la dieta de ensilado de maíz registró un pH de 5.64, siendo similares a los reportados por Frías *et al.* (2011), estos autores en corderos Pelibuey, que se alimentaron con caña de azúcar fermentada, midieron un pH de 5.49. González *et al.* (2012) encontraron un pH de 5.67 en corderos Pelibuey x Dorper a los que se les implantó 12 mg de zeranol y que se evaluaron a las 24 h post mortem.

Al momento del sacrificio Reséndiz *et al.* (2013) reportaron un pH de 6.42 cuando se alimentó a corderos Pelibuey con 20 % de alfalfa, dicho valor se asemeja al que se obtuvo con las dietas rastrojo de maíz, *Hibiscus* y ensilado de maíz con valores de 6.33, 6.6 y 6.34 de pH, respectivamente. En las dietas de pastoreo y grano de maíz quebrado se encontraron valores de pH 45 min post-mortem de 6.12 y 6.0, respectivamente siendo inferiores a aquellos de las demás dietas.

Cabe mencionar que las condiciones previas al sacrificio (manejo del animal) fueron idóneas para no afectar el pH 45 min post-mortem, la información se presenta en el Cuadro 10, donde se muestran diferencias significativas, siendo el tulipán quien presentó el valor más alto en pH.

Es importante hacer mención que los corderos no tuvieron estrés por transporte previo al sacrificio, de lo contrario, de acuerdo con la literatura se hubiera provocado un consumo excesivo de glucógeno muscular, minimizando la formación de ácido láctico en el músculo post-mortem el cual impide la caída natural del pH, después del sangrado se origina un acelerado descenso del pH en el músculo, esto se debe a una ausencia del transporte de la sangre.

El pH 24 h en este estudio no presentó diferencias entre tratamientos por el efecto de la alimentación, tampoco por el peso vivo al sacrificio, la temperatura de refrigeración y por la maduración de la carne. El pH ligeramente ácido es de gran importancia porque permite que la carne sea menos susceptible a la contaminación microbiana y favorece su conservación.

6.4.2. Porcentaje de humedad. En el porcentaje de humedad existieron diferencias estadísticas significativas, donde la dieta de maíz quebrado registró un menor porcentaje de agua con un valor de 72.25 % mientras que para rastrojo de maíz se alcanzó un 77.10 % de humedad (Cuadro 10).

López *et al.* (2000) en corderos Pelibuey encontraron una humedad de la carne de 73.93 %, el cual concuerda con lo observado en la dieta de ensilado de maíz que alcanzó una humedad de 73.95 % y en la dieta de *Hibiscus* se obtuvo un 74.5 % este valor concuerda con Ramírez *et al.* (2013) quienes en ovinos Pelibuey-Katahdin x Black Belly mostraron un 74.3 % de humedad en la carne.

Sin embargo, en las dietas a base de rastrojo de maíz y pastoreo se encontraron valores de humedad de 77.1 % y 75.9 % (Cuadro 10), respectivamente. En la dieta con grano de maíz quebrado se encontró 72.25 % de humedad en la carne, siendo el porcentaje de humedad más bajo que se obtuvo al evaluar las dietas.

El alto porcentaje de humedad en las dietas de pastoreo y rastrojo de maíz, es un indicador clave de que las carnes son más magras al mostrar un mayor contenido de agua en el músculo.

Un mayor porcentaje de humedad se presentó en la dieta de rastrojo de maíz. Debido a que el rastrojo de maíz es un alimento seco y voluminoso, lo anterior se le puede atribuir a un mayor consumo de agua de los corderos, asimismo a la temperatura de refrigeración y a la maduración de la carne. De tal manera que el contenido de humedad en la carne es de suma importancia ya que le proporciona jugosidad a la carne, al momento del consumo.

6.5. Partes excluyentes de la canal

6.5.1. Peso de la piel. En el peso de la piel se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, donde la dieta con rastrojo de maíz acumuló el menor valor con 2.0 kg, mientras que los animales alimentados con grano de maíz quebrado promediaron 3.7 kg (Cuadro 11), quedando de manifiesto el efecto positivo de la alimentación con este grano en los ovinos que recibieron dicho tratamiento. Cabe mencionar que los animales que recibieron alimentación con maíz quebrado, eran de talla más grande y de mayor peso vivo al sacrificio, además que el grano de maíz es apreciado por su alto valor energético. Además, la piel contenía una mayor proporción de grasa subcutánea.

Se encontraron pesos de 2.2 kg y 2.4 kg, respectivamente en la variable peso de la piel en las dietas de ensilado de maíz, *Hibiscus* y pastoreo (Cuadro 11), los cuales se asemejan a lo encontrado por Hernández *et al.* (2012) quienes al utilizar corderos de la raza Pelibuey obtuvieron 2.6 kilogramos.

Hernández *et al.* (2009) reportaron un peso de la piel de 3.6 kg, utilizando una cruce de borregos Pelibuey-Katahdin x Black Belly, dato que se asemeja a lo encontrado cuando se evaluó la dieta de maíz quebrado (3.7 kg en peso de la piel). En este tenor, Ramírez *et al.* (2007) determinaron un peso de la piel de 3.6 kg en ovinos Pelibuey-Katahdin x Black Belly.

Reséndiz *et al.* (2013) en un estudio sobre alimentación de corderos Pelibuey, con 20 % de alfalfa, hallaron un valor de 3.42 kg en peso de la piel. No obstante, en el presente ensayo, la dieta que en esta experiencia contenía rastrojo de maíz

aportó 2.0 kg en peso de la piel, encontrándose en concordancia con lo reportado por García *et al.* (1998) quienes obtuvieron un valor de 1.89 kg en peso de la piel en ovinos Pelibuey alimentados con sorgo entero.

En el peso de la piel, se encontraron diferencias por el tipo de alimentación, el peso corporal y por el tamaño, asimismo las diferencias se deben a la raza y sexo de los animales.

Cuadro 11. Composición corporal de ovinos alimentados con diferentes dietas, Loma Bonita, Oaxaca.

Dieta	Peso (kg)			Sangre	
	Piel (kg)	Cabeza (kg)	Vísceras (kg)	Volumen (L)	Peso (kg)
Rastrojo de maíz	2.0 ^c	1.2 ^b	9.45 ^a	1.16 ^c	1.20 ^c
Ensilado de maíz	2.2 ^{bc}	1.3 ^b	9.55 ^a	1.27 ^c	1.30 ^c
Tulipán (<i>Hibiscus</i>)	2.4 ^b	1.3 ^b	9.01 ^a	1.11 ^c	1.25 ^c
Maíz quebrado	3.7 ^a	1.5 ^a	9.65 ^a	1.75 ^a	1.79 ^a
Pastoreo	2.4 ^b	0.8 ^c	10.15 ^a	1.56 ^b	1.60 ^b
DMS	0.3	0.1	2.7	0.15	0.16
CV	5.5	5.1	12.9	5.2	5.3

DMS: Diferencia mínima significativa de Tukey ($P \leq 0.05$). CV: Coeficiente de variación (%).

Literales: a, b, c, en columnas indican diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$).

6.5.2. Peso de la cabeza. Cuando se fraccionó la canal ovina se encontró diferencia significativa entre tratamientos para el peso de la cabeza (Cuadro 11) donde el menor rendimiento se registró en el grupo testigo (0.8 kg) y con maíz

quebrado ese valor ascendió a 1.5 kg. Macías *et al.* (2010) coinciden con las dietas de ensilado de maíz e *Hibiscus* al encontrar un peso de la cabeza de 1.3 kg cuando se evaluaron corderos de la raza Pelibuey. Estas diferencias entre ensilado de maíz y rastrojo se le pueden atribuir a que los corderos alimentados con maíz quebrado presentaban mayor tamaño previo al sacrificio.

Hernández *et al.* (2012) en ovinos Pelibuey reportaron un peso de la cabeza de 1.1 kg similar al que existió en la dieta con rastrojo de maíz (1.2 kg): así mismo, se tuvo un valor de 1.5 kg para peso de la cabeza en la dieta a base de maíz quebrado, que concuerda con lo declarado por García *et al.* (1998) quienes obtuvieron un peso de la cabeza de 1.4 kg al alimentar a ovinos Pelibuey con sorgo entero.

Ramírez *et al.* (2007) en ovinos de razas Pelibuey-Katahdin x Black Belly encontraron un peso de la cabeza de 1.8 kg, valor similar al que reportó Hernández *et al.* (2009), dichos autores declaran un peso de la cabeza de 1.8 kg. Además, Reséndiz *et al.* (2013) en corderos Pelibuey alimentados con 20 % de alfalfa obtuvieron un peso de la cabeza de 1.7 kg. No obstante, lo anterior, en este trabajo la dieta de pastoreo registró solamente un peso de la cabeza de 0.8 kg (Cuadro 11).

En el peso de la cabeza se encontraron diferencias, atribuidas al tipo de alimentación y el peso vivo al sacrificio, asimismo, hay otros factores que están involucrados como son la talla, el sexo y la raza de los corderos.

6.5.3. Peso de las vísceras. En peso de las vísceras no se encontraron diferencias estadísticas significativas, lo que indica que el contenido de vísceras no se modificó por efecto de los tratamientos de alimentación que se probaron en este trabajo. Estrada *et al.* (2012) reportaron un peso de 9.83 kg de vísceras en ovinos cruzados Pelibuey x Dorper que recibieron una alimentación con sorgo entero.

En las dietas de rastrojo de maíz se encontró un peso de vísceras de 9.45 kg, en la de ensilado de maíz se obtuvo 9.55 kg (Cuadro 11), en la dieta a base de *Hibiscus* se registró 9.01 kg en peso de vísceras y 9.65 kg en peso de las vísceras para la dieta con grano de maíz quebrado; siendo valores inferiores a lo informado por Estrada *et al.* (2012) quien calculó un peso de vísceras de 9.83 kg. Para la dieta de pastoreo se determinó un peso en vísceras de 10.15 kg que es superior en términos numéricos respecto a las demás dietas.

En el presente trabajo el peso de las vísceras no se vio afectado entre los tratamientos por el efecto del tipo de alimentación, tampoco por el tamaño y el peso vivo al sacrificio de los ovinos.

6.5.4. Peso y volumen de la sangre. En las variables volumen y peso de la sangre, se encontraron diferencias significativas, donde la dieta de maíz quebrado registró valores de 1.75 L y 1.79 kg (Cuadro 11), respectivamente. Es de destacar el hecho de que las dietas elaboradas con *Hibiscus*, rastrojo de maíz y ensilado de maíz reportaron valores inferiores. Estas diferencias se le pueden

atribuir al gasto energético que realizan los animales y también por el tamaño de los corderos al momento del sacrificio.

Ramírez *et al.* (2007) informaron un peso de la sangre de 1.7 kg en una cruce de corderos Katahdin-Black Belly x Pelibuey, el cual coincide con el estudio realizado por Hernández *et al.* (2009) quienes dictaminaron un peso de la sangre de 1.7 kg al utilizar cruce de corderos Katahdin-Black Belly x Pelibuey, siendo similares a los valores encontrados en la dieta con grano de maíz quebrado y pastoreo de 1.79 kg y 1.6 kg, respectivamente en peso de la sangre.

En las dietas de rastrojo de maíz, ensilado de maíz e *Hibiscus* se encontraron valores de peso de la sangre de 1.2 kg, 1.3 kg y 1.25 kg (Cuadro 11), respectivamente, siendo superiores a los reportados en los estudios realizados en corderos Pelibuey por Reséndiz *et al.* (2013) de 1.05 kg al alimentarlos con 20 % de alfalfa. Por su parte García *et al.* (1998) registraron un peso de la sangre de 0.95 kg en ovinos con una alimentación a base de grano de sorgo entero.

Las diferencias de peso y volumen de la sangre que se encontraron entre los tratamientos del presente trabajo, se atribuyen al tamaño y peso vivo al sacrificio de los corderos, de igual manera no hay que dejar a un lado el tipo de alimentación y el consumo de agua que recibieron.

Olmos (2010) indicó que las variantes que pueden influir en el peso y volumen de la sangre tienen que ver con su densidad (1.48 – 1.6 g/cm³), contenido de grasa, proteína, leucocitos, eritrocitos y plasma.

6.6. Rendimiento al despiece para cortes primarios

6.6.1. Peso del corte 1 (Mitad delantera hasta la 5ta costilla). Los cortes primarios realizados en la canal ovina que recibió diferentes dietas (Cuadro 12) indican que la dieta con grano de maíz quebrado obtuvo los mejores rendimientos entre los tratamientos que se probaron.

Cuadro 12. Efecto de diferentes dietas sobre el rendimiento de cortes primarios (kg) de la canal ovina.

Cortes	Tratamientos				
	Tulipán (<i>Hibiscus</i>)	Ensilado de maíz	Maíz Quebrado	Pastoreo	Rastrojo de maíz
1 Mitad delantera hasta 5ta. Costilla (kg)	3.06	3.47	5.05	3.98	3.24
2 Costillar Rack (kg)	0.83	0.83	1.57	0.86	0.80
3 Falda y Costilla Baja (kg)	0.84	0.78	1.40	0.91	0.72
4 Lomo (silla) (kg)	1.12	1.09	2.56	1.26	0.89
5 Cadera (kg)	0.37	0.60	1.63	0.35	0.53
6 Pierna (kg)	3.37	3.16	3.87	3.85	3.38
Total (kg)	9.59	9.93	16.08	11.21	9.56

Al evaluar los cortes primarios en la canal de ovinos Pelibuey alimentados con cinco diferentes dietas se encontró un peso del corte 1 (mitad delantera hasta la 5ta costilla) de 3.24 kg en la dieta de rastrojo de maíz y 3.47 kg en la dieta a base de ensilado de maíz, mientras que la dieta de pastoreo (testigo) reportó 3.98 kg

para el corte 1. Sin embargo, en la dieta de *Hibiscus* se obtuvo 3.06 kg (Cuadro 12) siendo el dato más bajo, mientras que la dieta con grano de maíz quebrado registró el valor más alto respecto a las demás dietas con 5.05 kg en el corte 1.

6.6.2. Peso del corte 2 (Costillar “Rack”). Se encontró diferencias entre las dietas con relación a la variable peso del costillar (Corte 2), donde el rastrojo de maíz obtuvo un valor de 0.80 kg que fue el más bajo, mientras que las dietas de ensilado de maíz e *Hibiscus* coincidieron al reportar 0.83 kg (Cuadro 12), respectivamente y la dieta con grano de maíz quebrado aportó un peso de 1.57 kg el cual fue el valor más alto.

Estrada *et al.* (2012) en una cruce de ovinos Pelibuey x Dorper reportaron 1.06 kg de peso del corte 2 al ser alimentados con sorgo entero. En este sentido, Frías *et al.* (2011) al realizar un estudio en ovinos Pelibuey alimentados con caña de azúcar fermentada reportaron un valor de 1.38 kg de peso del corte del costillar.

Además, en ovinos Pelibuey x Katahdin se encontró un peso del costillar de 2.9 kg al ser alimentados con garbanzo de desecho (Ríos *et al.* 2012). Por otra parte, Macías *et al.* (2010) obtuvieron un peso del costillar de 3.59 kg en ovinos Pelibuey el cual coincide con Hernández *et al.* (2016) quienes estimaron un peso del corte 2 (costillar) de 3.5 kg al proporcionarles semillas de *Canavalia ensiformis* como base de la alimentación.

Magaña *et al.* (2015) reportaron 5.66 kg en peso del corte 2 (costillar) en cruce de ovinos Pelibuey x Katahdin alimentados con concentrado comercial (16 % de

proteína), siendo superior a lo registrado en el presente trabajo de investigación y a los reportados por los autores antes mencionados.

6.6.3. Peso del corte 3 (Falda y costilla baja). Para el corte 3 (Falda) la dieta de *Hibiscus* y la dieta de pastoreo registraron un peso de 0.84 kg y 0.91 kg, respectivamente. Además, la dieta con rastrojo de maíz reportó 0.72 kg teniendo una similitud con la dieta de ensilado de maíz de 0.78 kg para el corte 3 (Cuadro 12). Con respecto, a la dieta a base de grano de maíz quebrado se encontró 1.40 kg en peso de la falda/costilla baja (corte 3) siendo el valor más alto respecto a las demás dietas.

Frías *et al.* (2011) obtuvieron un peso de 2.49 kg para el corte 3 en ovinos Pelibuey alimentados con caña de azúcar fermentada, mientras que en ovinos de la raza Pelibuey x Katahdin Ríos *et al.* (2012) encontraron un peso de la falda de 4.0 kg al darles garbanzo de desecho.

Hernández *et al.* (2016) reportaron en borregos un peso del corte 3 (falda/costilla baja) de 3.5 kg al proporcionarles semillas de *Canavalia ensiformis* como base de la alimentación. García *et al.* (1998) en ovinos Pelibuey alimentados con sorgo entero reportaron 1.22 kg para el corte 3.

6.6.4. Peso del corte 4 (Lomo “Silla”). En la variable peso de lomo (Corte 4) se registró una diferencia entre tratamientos. Así, la dieta de maíz quebrado tuvo un peso del lomo de 2.56 kg (Cuadro 12), superando a la dieta de rastrojo de maíz que registró 0.89 kg en el corte 4, el cual es un valor muy inferior a lo observado en la dieta de maíz quebrado.

Estrada *et al.* (2012) reportaron 1.21 kg para el peso del corte 4 (Lomo) al evaluar corderos en cruce Pelibuey x Dorper. García *et al.* (1998) en ovinos Pelibuey encontraron un peso del lomo de 1.09 kg, al alimentar a corderos con sorgo entero. Frías *et al.* (2011) realizaron un estudio en corderos Pelibuey donde fueron alimentados con caña de azúcar fermentada y reportaron un peso del lomo (Corte 4) de 2.3 kg.

Ríos *et al.* (2012) registraron un peso del lomo (corte 4) de 2.26 kg al utilizar ovinos Pelibuey x Katahdin quienes recibieron una alimentación a base de garbanzo de desecho, los autores citados reportaron valores superiores a los encontrados en el presente trabajo (Cuadro 12) a excepción de la dieta con grano de maíz.

En la dieta con grano de maíz quebrado se encontró 2.56 kg en el peso del corte 4 (lomo), el cual se asemeja a lo reportado por Magaña *et al.* (2015) quienes obtuvieron 2.61 kg al utilizar corderos de la cruce Pelibuey x Katahdin que recibieron concentrado comercial (16 % de proteína). Sin embargo, Macías *et al.* (2010) reportaron un peso del lomo (corte 4) de 3.31 kilogramos en ovinos Pelibuey alimentados con grano de trigo.

6.6.5. Peso del corte 5 (Cadera). Los resultados obtenidos en la variable peso de cadera (corte 5) se muestran en el Cuadro 12, se observa que en la dieta a base de grano de maíz quebrado se encontró 1.63 kg en peso de la cadera (corte 5) siendo el valor más alto respecto a las demás dietas.

6.6.6. Peso del corte 6 (Pierna). En el peso del corte 6 (pierna) no se presentaron diferencias entre los tratamientos (Cuadro 12).

Macías *et al.* (2010), reportaron en ovinos 3.77 kg en peso de la pierna (corte 6), valor superior a lo encontrado por Hernández *et al.* (2016) quienes obtuvieron un peso de 2.6 kg al alimentar a los borregos con semilla de *Canavalia ensiformis*. No obstante, Gómez *et al.* (2014) produjeron ovinos alimentados con guásimo y encontraron un peso del corte 6 (Pierna) de 2.77 kilogramos.

Frías *et al.* (2011) reportaron 2.56 kg para peso del corte 6 en ovinos Pelibuey quienes recibieron una alimentación con caña de azúcar fermentada, mientras que Ríos *et al.* (2012) en ovinos Pelibuey x Katahdin con un peso vivo al sacrificio de 49.8 kg reportaron un peso de 8.14 kg (corte 6) al proporcionarles garbanzo de desecho.

Magaña *et al.* (2015) reportaron 5.74 kg en peso de la pierna (corte 6) al proporcionar alimento comercial a los ovinos con 16 % de proteína. Mientras que Estrada *et al.* (2012) observaron un peso del corte 6 (pierna) de 2.23 kg en cruce de Pelibuey x Dorper alimentados con sorgo entero.

En este estudio, los corderos alimentados con la dieta de maíz quebrado y la dieta de pastoreo obtuvieron un peso de la pierna de 3.87 kg y 3.85 kg, respectivamente, esto se debe a que presentaban mayor peso vivo al sacrificio.

Con base en los resultados obtenidos, se puede afirmar que la dieta de maíz quebrado, que se ofreció a ovinos en confinamiento, generó los valores más altos en los cortes: pierna y mitad delantera hasta la 5ta costilla. Estas diferencias presentadas en las variables evaluadas se atribuyen al aporte energético que el maíz quebrado les ofrece a los corderos, llevando a una ganancia de peso aceptable, reflejándose en un mayor rendimiento de la canal y cortes primarios.

De los resultados que se presentan en este estudio se puede observar que la producción de ovinos en clima tropical húmedo es una buena alternativa de producción, además la alimentación adecuada de los ovinos repercute de forma directa sobre el rendimiento y la composición de la canal, ya que permite obtener cortes de carne que pueden aportar un valor agregado y así un mayor ingreso en ganancias para los productores de Loma Bonita, Oaxaca.

7. CONCLUSIONES

En ovinos en confinamiento que se alimentaron con una dieta a base de grano de maíz quebrado se alcanzó un rendimiento en canal de 44.2 %, superior al registrado con dietas elaboradas a base de rastrojo de maíz, ensilado de maíz, tulipán (*Hibiscus rosa sinensis*) y pastoreo con pasto estrella de África.

Los cortes primarios que se obtuvieron en la canal ovina fueron: mitad delantera hasta 5ta. costilla, costillar Rack, falda y costilla baja, lomo, cadera y pierna.

En los cortes de mayor valor, la dieta a base de grano de maíz quebrado generó un peso de la pierna de 3.87 kg y el corte peso del lomo tuvo un valor de 2.56 kg.

La cabeza y la piel, son partes que no se consideran dentro de la canal, pero también pueden generar un ingreso económico al productor.

El pH medido después de 45 minutos de sacrificar ovinos que se alimentaron con tulipán fue pH=6.6, superando al de corderos que recibieron rastrojo de maíz, maíz quebrado, ensilado de maíz y pastoreo. El pH descendió a las 24 h post-mortem, mostrando un intervalo de pH=5.5 hasta pH=5.9, interpretándose como adecuado para los estándares de calidad requeridos en canales ovinas.

El contenido de humedad de la carne fue más alto en la dieta de rastrojo de maíz (77.1 %). Por su parte, el espesor de la grasa dorsal en la canal no varió de forma significativa por efecto de las dietas que se proporcionaron a los ovinos.

8. RECOMENDACIONES

Los corderos alimentados con grano de maíz quebrado presentan un buen rendimiento en canal y en cortes primarios de la canal, siendo aceptable en la producción. El grano de maíz quebrado es una alternativa para alimentar a corderos, bajo condiciones de confinamiento, ya que aporta una buena ganancia de peso, además se encuentra disponible en la zona de Loma Bonita, Oaxaca.

La suplementación alimenticia con alimento concentrado (15 % proteína) a corderos pastoreando en praderas con pasto estrella de África, es otra alternativa para la producción de carne, ya que ofrece buenos resultados y además se encuentra fácilmente disponible en la zona de la Baja Cuenca del Papaloapan.

La producción de carne de corderos en confinamiento, representa una alternativa para los productores de la región del trópico húmedo, específicamente en Loma Bonita, Oaxaca, ya que se pueden obtener animales de buen peso, repercutiendo en un mejor rendimiento en canal y en cortes primarios de la canal. Además de generar mayores ingresos al productor, al incrementarse los pesos de los corderos.

9. LITERATURA CITADA

- Arbiza A. y De Lucas T. J. 1996. Producción de carne ovina. 1ª edición, Editores Mexicanos Unidos, S.A. México. 166 p.
- Arteaga, C. J. 2003. La industria ovina en México. Simposio-Oveja-INIFAP. México, D.F. pp. 1-7.
- Bianchi G. 2012. La calidad de la carne y la grasa. Boletín INIA, No. 244. pp: 48-59.
- Bores Q. R. F., Cantón C. J. G., Rojas R. O., Castillo H. J., Murguía O. M. y Tepal C. J. 2009. Alimentación del Pie de Cría Ovino en Yucatán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Sureste. Mérida, Yucatán, México. Folleto Técnico No. 1. 64 p.
- Braña V. D., Ramírez R. E., Rubio L. M. S., Sánchez E. A., Torrescano U. G., Arenas M. M. L., Partida P. J. A., Ponce A. E., Ríos R. F. G. 2011. Manual de análisis de calidad en muestras de carne. Folleto técnico No. 11, Primera edición. Ajuchitlán, Colón, Qro. Octubre 2011. Centro nacional de investigación disciplinaria en fisiología y mejoramiento animal-INIFAP. Querétaro, México. 91 p.
- Caravaca R. F. P., Castel G. J. M., Guzmán G. J. L., Delgado P. M., Mena G. Y., Alcalde A. M. J., González R. P. 2005. Bases de la producción animal. Editorial Servicio de publicaciones Universidad de Córdoba. Primera Reimpresión, España. 512 p.

- Chay C. A. J., Magaña M. J. G., Chizzotti, M. L., Piñeiro V. A. T., Canul S. J. R., Ayala B. A. J., Ku V. J. C., Orlindo T. L. 2016. Requerimientos energéticos de ovinos de pelo en las regiones tropicales de Latinoamérica, pp. 105-125.
- CIE. 1976. Centre international de l'éclairage. Définition d'un space de couleur par deux coordonnées de chromaticité et la luminosité. 18ème sesión. Paris, France.
- Colomer R. F., Morand F. P., Kirton A. H., Delfa R, Sierra A. I. 1988. Métodos normalizados para el estudio de los caracteres cualitativos y cuantitativos de las canales ovinas y caprinas. Cuadernos INIA, 17. Madrid, España: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 41 p.
- Cruz L. C. 2012. Estrategias de alimentación y manejo de praderas para una producción eficiente de ovinos en trópico. En: Memoria 2º foro de ovinos de pelo en Veracruz. 18-19 de octubre del 2012. Comp.: Cruz L. C. y Rodríguez C. M. A. Veracruz, México. pp. 7-22.
- Desdémona M. E., Núñez G. F. A., Rodríguez A. F. 2007. Manual para la evaluación de corderos en pie y en canal. Potencial para la producción de carne. UACH. Unidad editorial. Chihuahua, Chih., México. 40 p.
- Desdémona M. E., Soto S. S., Santos L. E. M. y Ortega G. J. A. 2012. Características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas de la carne de ovino con diferente tiempo de reposo. Rev. Arg. Prod. Anim. 1:1-6.

- EAM (Estación Aérea Militar No. 8). 2017. Estadística meteorológica mensual. Dirección de Servicio Meteorológico. Estación No. 8 Loma Bonita, Oaxaca, México.
- Espinoza M. R., Hernández M. O., Ortega C. M. E., Hernández S. D., Huerta B. M. 2017. Perfil de ácidos grasos de barbacoa de borregos Pelibuey. *Agroproductividad*, 10(2):3-8.
- Estrada A., Dávila H., Herrera R. S., Robles J. C., La O O., Castro B. I., Portillo J. J., Ríos F. G., Contreras G. 2012. Características de la canal y rendimiento de los cortes primarios de corderos alimentados con sorgo escobero (*Sorghum bicolor* var. Technicum, jav). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 46(2):145-150.
- Eynard A. R. 2006. Lípidos de la carne y de la leche de consumo humano y sus principales efectos en la salud humana. *Rev. Arg. Prod. Ani.* 26: 169-177.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2017. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/aqainfo/themes/es/meat/background.html>. Consultado en mayo del 2017.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2018. Perspectivas alimentarias Resúmenes de mercado. pp 1-9.
- FAOSTAT. 2019. Cultivos y productos de ganadería. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/TP>. Consultado en Marzo del 2019.
- FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal). 2019. Maíz nacional. Disponible en <http://www.fundacionfedna.org/node/370>

- FEN-FEDECARNE (Fundación Española de la Nutrición-Federación Madrileña de Detallistas de la Carne). 2009. Guía nutricional de la carne. 76 p.
- Frías J. C., Aranda E. M., Ramos J. A., Vázquez C., Díaz P. 2011. Calidad y rendimiento en canal de corderos en pastoreo suplementados con caña de azúcar fermentada. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 15(3):33-44.
- García M. J. A., Núñez G. F. A., Rodríguez A. F. A., Prieto C. y Molina D. N. I. 1998. Calidad de la canal y de la carne de borregos Pelibuey castrados. *Téc. Pecu. Méx.* 36(3):225-232.
- Gómez G. A., Del Sol G. G., Sanginés G. L., Loya O. L., Benítez M. A., Hernández B. A. 2017. Rendimiento en canal de corderos de pelo, alimentados con diferentes proporciones de *Tithonia diversifolia* y *Pennisetum spp.* *Abanico Veterinario*, 7(2):34-42.
- Gómez G. A., Partida H. M., Ramírez D. R., Ramírez R. J. C., Gómez G. J. A., González M. M., Sanginés G. L. 2014. Efecto de la inclusión del fruto de *Guazuma ulmifolia* como sustituto de maíz en la dieta sobre el comportamiento productivo y rendimiento en canal de ovinos Pelibuey. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 17(2):215-222.
- Gómez M. J. 2013. Red de valor para la industria de la carne ovina en México: Integración Productiva. Memoria del I Foro Panamericano Ovino. Santiago de Querétaro, Qro. 36 p.

- González R. H., Valenzuela G. N. V., Valenzuela M. M., Zamorano G. L. 2012. Efecto de la implantación con zeranol sobre la calidad química y fisicoquímica de la carne de corderos de pelo corto. *Rev. Cient.* 22(4):348-355.
- Hargreaves, A., Barrales, L., Peña, I., Larraín, R. y Zamorano, L. 2004. Factores que influyen en el pH último e incidencia de corte oscuro en canales de bovinos. *Cien. Inv. Agr.* 31(3):155-166.
- Hernández C. L., Ramírez B. J. E., Guerrero L. M. I., Hernández M. O., Crosby G. M. M., Hernández C. L. M. 2009. Effects of crossbreeding on carcass and meat quality of Mexican lambs. *Arq. Bras. Med. Zootec.*, 61(2):475-483.
- 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 corderos Pelibuey. *Rev. Cient.* 22:24-31.
- Hernández M. W., Ramos J. J. A., Aranda I. E. M., Hernández M. O., Munguía F. V. M. y Oliva H. J. 2016. Alimento fermentado elaborado con semillas de *Canavalia ensiformis* sobre el crecimiento y la canal de corderos Pelibuey. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 7(2):213-232.
- Hernández U. T. C., Braña V. D., Rodríguez I. G. 2013. Producción de carne ovina. Buenas prácticas pecuarias. Libro técnico No. 8, Primera edición. Ajuchitlán, Qro. Octubre 2013. Centro nacional de investigación disciplinaria en fisiología y mejoramiento animal-INIFAP. Querétaro, México. 84 p.

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2018. Anuario Estadístico del Estado de Oaxaca 2017. Oaxaca México. INEGI. 1686 p.
- INIA (Instituto de Investigación Agropecuarias). 2015. Evaluación de la condición corporal y edad de los ovinos. Informativo No. 79, 1-4.
- La Torraca A, Ciarlo A, Zugarramurdi A. 1999. Envasado de carne ovina: una alternativa para la producción ovina de cara al consumidor. Rev Arg Prod Anim 19:191-196.
- Leyva C. S., Ortiz a., Valdivié M. 2007. Producción sostenible de carne de ovinos a partir de la harina del fruto y la hoja del árbol del pan (*Artocarpus altilis*). Pastos y Forrajes, 30(3):373-380.
- López P. M. G., Rubio L. M. S. y Valdés M. S. E. 2000. Efecto del cruzamiento, sexo y dieta en la composición química de la carne de ovinos Pelibuey con Rambouillet y Suffolk. Rev. Vet. Méx., 31:11-19.
- 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 la canal en corderos Pelibuey puros y cruzados con razas Dorper y Katahdin en confinamiento. Arch. Med. Vet., 42:147-154.
- Macías C. U., Avendaño R. L., Álvarez V. F. D., Torrentera O. N. G., Meza H. C., Mellado B. M., Correa C. A. 2013. Crecimiento y características de canal en corderas tratadas con clorhidrato de zilpaterol durante primavera y verano. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 4:1-12.
- Magaña M. J. G., Moo C. C. J., Chay C. A. J., Aké L. J. R., Segura C. J. C., Montés P. R. C. 2015. Crecimiento y componentes de la canal de ovinos

de pelo en jaulas elevadas. *Livestock Research for Rural Development*, 27(6):1-7.

Mc Cormick M., More. M., Gambetta R. Lynch G., Lacaze M. 2000. Estudio exploratorio de las preferencias en el consumo de carne ovina en relación con carnes de otras especies. *Anales XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal* (Montevideo, Uruguay), comunicación N° 10.

Montesinos A. R. 2003. Especificación cromática de gamas de colores usadas en la industria del calzado. Trabajo de investigación. Universidad de Alicante. Departamento de Interuniversitario de Óptica. 89 p.

NMX-FF106-SCFI-2006 (Norma Oficial Mexicana). 2006. Productos Pecuarios. Clasificación de Carne Ovina en Canal. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 4 de julio de 2006.

NRC (National Research Council). 2007. Nutrient requirements of small ruminants. National Academy Press. Washington, DC. U.S.A. 292 p.

Olmos Z. R. 2010. Sistema circulatorio, hemodinamia, circulaciones especiales y respuestas del sistema cardiovascular al ejercicio y la hemorragia. pp: 347-374 En: fisiología veterinaria e introducción a la fisiología de los procesos productivos. Sección IV: Sistema cardiovascular. 1ª ed. FMVZ-UNAM, D. F., México. 728 p.

Ortega R. L., Castillo H. J., Rivas P. F. 2009. Manejo del pastoreo de ovinos en praderas y sistemas silvopastoriles. En: *Memorias de Curso de*

capacitación en manejo de ovinos de pelo en el trópico. Mérida, Yucatán. 2:42-59.

Partida de la P, J. A., Braña V, D., Jiménez S, H., Ríos R, F. G., Buendía R, G. 2013. Producción de carne ovina. Libro técnico No. 5, Primera edición. Ajuchitlán, Qro. Julio 2013. Centro nacional de investigación disciplinaria en fisiología y mejoramiento animal-INIFAP. Querétaro, México. 116 p.

Partida P. J. A., Martínez R. L. 2010. Composición corporal de corderos Pelibuey en función de la concentración energética de la dieta y del peso al sacrificio. Vet. Méx., 41(3):177-190.

Pérez R. H., 2012. Herramientas de selección y su aplicación en la ovinocultura. 2° Foro de ovinos de pelo. Veracruz, México. 118 p.

Quiroz O. K., Restrepo M. D. A., Barahona R. R. 2016. Efecto del tiempo de ayuno sobre el rendimiento en canal y el pH en canales bovinas Revista Lasallista de Investigación, 13(2):80-87.

Ramírez A. L., López B. L., Petit A. J., Ku Vera J. C. 2011. Producción ovina en sistemas agroforestales en el trópico. Revista Bioagrocencias, 4:33-42.

Ramírez B. E., Hernández C. L., Guerrero L. I. y Hernández C. L. M. 2007. Calidad de la carne y análisis sensorial en ovinos de pelo y lana provenientes de engorda intensiva en México. Vº Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, Mendoza, Argentina. 1-3.

Rébak G. I., Capellari A., Revidatti M. A., Robson C., Rochinotti D., Sánchez S., Arias U. F. 2007. Rendimientos de faena de corderos pesados de

diferentes biotipos en el sur de Corrientes, Argentina. *Rev. vet.* 18(1):33–36.

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. *Arch. Zootec.* 62(239):457-467.

Ríos R. F. G., Bernal B. H., Cerrillo S. M. A., Estrada A. A., Juárez R. A. S., Obregón J. F., Portillo L. J. J. 2012. Características de la canal, rendimiento en cortes primarios y composición tisular de corderos Katahdin x Pelibuey alimentados con garbanzo de desecho. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 3(3):357-371.

Sañudo A. C. 2006. Calidad de la canal y de la carne en ovinos: factores que la determinan. *Rev. Arg. Prod. Ani.* 26:155-167.

Sañudo A. C., Campos A. M. 1996. *Zootecnia. Bases de la Producción Animal*, Ed. Mundi Prensa, Madrid, España 129 p.

SAS INSTITUTE. 2004. *SAS/STAT: User's guide statistics released 9.12th ed.* SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA.

Shackelford S. D., Koohmaraie M., Whipple G., Wheeler M., Miller M. F., Crouse J. D., y Reagan, J. O. 1991. Predictors of beef tenderness: development and verification. *J. Food Sci.*, 56(5):1130-1140.

Shimada M. A. 2005. *Nutrición animal, parte 2 alimentación animal, cap. 17 Alimentación de borregos.* México. Editorial Trillas. 1ª edición, 388 p.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2019. Disponible en:
<https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-pecuaria>.

Consultado en Marzo del 2019.

Thompson J. M., Ball A. J. 1997. Genetics of Meat Quality. The Genetics of Sheep, Ed. Piper & Ruvinsky, Australia, pp. 523-524.

Torrescano U, G. R., Sánchez E, A., Peñúñuri M, F. J., Velázquez C, J., Sierra R, T. 2009. Características de la canal y calidad de la carne de ovinos Pelibuey, engordados en Hermosillo, Sonora. *BIOtecnia*, 11:41-50.

UNO (Organismo de la Unidad Nacional de Ovinocultores). 2019. Razas ovinas de pelo. Raza Pelibuey. Disponible en:
http://www.uno.org.mx/razas_ovinas/_pellybuey.html. Consultado en agosto del 2019.

Villar L., Pavan E., Giraud C., Santini F. 2013. Perfil de ácidos grasos de corderos merino con suplementación invernal. *Avances en calidad de carne de ovinos, caprinos, porcinos y aves*. Cap. 6, 33-36.

Warriss P, D. 2003. *Ciencia de la carne*, Acribia, Zaragoza, España. 113 p.

Weir C. E. 1960. *The Science of Meat and Meat Products*. 2nd ed. Oxfordshire, CABI Publishing.

Ynsaurralde A. E., Rébak G. I., Sánchez S., Capellari A. 2013. Terneza, grasa intramuscular y de cobertura en carne de novillos faenados en Corrientes (Argentina) *Rev. vet.* 24(2):86-90.

Zimmerman M. 2008. pH de la carne y factores que lo afectan. Aspectos estratégicos para obtener carne de ovino de calidad en el cono sur americano. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos. Tandil, Buenos Aires. Argentina. p. 141-153.

Zimmerman M. 2009. Calidad de carne en pequeños rumiantes. Área producción animal. INTA EEA Bariloche, Argentina. Presencia 53:9-12.

10. ANEXOS



(a)



(b)



(c)

Figura 1A. Proceso de selección (a), desollado (b) y quitado de la piel (c) en corderos alimentados con diferentes dietas en Loma Bonita, Oaxaca.



(a)



(b)

Figura 2A. Canal de cordero (a) y proporciones de la canal (b) al despiece.



(a)



(b)



(c)

Figura 3A. Pierna de cordero (a), lomo (b) y cadera (c) al despiece.



(a)



(b)

Figura 4A. Medición de las dimensiones del músculo *Longissimus dorsi* (a y b) en ovinos Pelibuey.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 5A. Pesaje del brazuelo (kg) (a), pesaje del cuello (kg) (b), pesaje del lomo (kg) (c), determinación de humedad (%) en carne usando una termobalanza (d), medición de pH en canal con potenciómetro de penetración (e), y volumen de sangre (L) (f) de un ovino.