UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

COMPARACIÓN DE DOS DIETAS ISOENERGÉTICAS SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO, RENDIMIENTO EN CANAL Y CALIDAD DE CARNE EN BORREGOS KATAHDIN

TESIS QUE PRESENTA

LIZBETH GUADALUPE VERDUZCO LEON

PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

Asesor:

Dr. Víctor Manuel Sánchez Parra

Co-Asesora:

Dra. Jessica Beatriz Herrera Ojeda

Morelia, Michoacán, Junio de 2020

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

COMPARACIÓN DE DOS DIETAS ISOENERGÉTICAS SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO, RENDIMIENTO EN CANAL Y CALIDAD DE CARNE EN BORREGOS KATAHDIN

TESIS QUE PRESENTA

LIZBETH GUADALUPE VERDUZCO LEON

PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

Morelia, Michoacán, Junio de 2020

Aprobación de Impresión del Trabajo

Morelia, Michoacán, 5 de marzo de 2020

C. MC. JORGE ARTURO ARANA SANDOVAL
Director de la FMVZ-UMSNH
P R E S E N T E .

Por este conducto hacemos de su conocimiento que la tesis titulada: **"COMPARACION DE DOS DIETAS ISOENERGÉTICAS SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO, RENDIMIENTO EN CANAL Y CALIDAD DE CARNE EN BORREGOS KATAHDIN",** la cual forma parte del proyecto de Proyecto de investigación: *"Importancia del Diagnóstico en los Sistemas de Producción Ovina en Michoacán"*, aprobado por el Consejo de Investigación Científica, como parte del programa de investigación 2019, desarrollada por el **P. MVZ. LIZBETH GUADALUPE VERDUZCO LEÓN**, dirigida por el asesor **DR. VÍCTOR MANUEL SÁNCHEZ PARRA**, fue ***revisada y aprobada*** por esta mesa sinodal, conforme a las normas de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo:

A T E N T A M E N T E

MVZ. EPA. RAMIRO ÁNGEL MENDOZA
PRESIDENTE

MVZ. ALBERTO ARRÉS RANGEL
VOCAL

DR. VÍCTOR MANUEL SÁNCHEZ PARRA
VOCAL (ASESOR)

AGRADECIMIENTO

Ante todo quiero agradecer a mis padres y mis hermanos por confiar en mí y apoyarme incondicionalmente durante estos cinco años. A ti mamá por esforzarte el doble para que yo lograra mi carrera y no fallarte, sobre todo por tus palabras de aliento.

A ti Violeta por ser el pilar de lo que soy ahora, y de lo que seré en un futuro. Todo esto en por ti y para ti. Encontré en tus pequeños abrazos el mejor consuelo.

A mis asesores por ser las personas que confiaron y pusieron su empeño para este trabajo, al Dr. Karlos Orozco, Dra. Jessica Herrera, Dr. Víctor Parra y Dra. Guadalupe Nuncio.

Mis amigos y compañeros veterinarios que estuvieron a mi lado, Marcos, Andrés, Denis, Carlos, Luis Enrique, Katia, Briseida, Jennifer, Fernanda, José Enrique y Alejandra.

Al Instituto Tecnológico del Valle de Morelia por formar parte de este proyecto, además de darme la oportunidad de conocer gente excepcional y formar amistades. Gracias por el apoyo Don Lalo, Diana, Chucho, Octavio, y Dr. Juan Manuel Robledo.

A TODOS USTEDES ¡MUCHAS GRACIAS!

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN 12
II. HIPÓTESIS 15
III. OBJETIVOS 16
2. OBJETIVOS ESPECIFICOS 16
IV. MARCO TEÓRICO 17
4.1 Situación actual de la ovinocultura 17
4.2 Evaluación de la canal ovina 21
4.3 Alternativas para la alimentación de pequeños rumiantes 26
4.4 1,2 Propanodiol 33
4.5 Grasas 37
V. MATERIAL Y MÉTODOS 44
5.1 Ubicación del área de estudio 44
5.2 Animales 44
5.3 Alimentación 44
5.4 Variables de estudio 45
VI. RESULTADOS 49
VII. DISCUSIÓN 51
VIII. CONCLUSIONES 55
IX. BIBLIOGRAFÍA 56

ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS

Figura 1. Entidades Federativas en México con mayor producción ovina 17
Figura 2. Evolución de la producción de carne y población de ovinos en México (1970-2016) 19
Figura 3. Conformación de la canal ovina 23
Figura 4. Clasificación del estado de engrasamiento de canales ovinas de acuerdo a la Unión Europea..... 24
Figura 5. Estructura química de 1,2 propanodiol 33
Figura 6. Metabolismo del 1,2 propanodiol..... 35
Figura 7. Procesos de biohidrogenación. AGLC: ácidos graso linoleico conjugado. 18:30 ácido graso linolénico. 18:2 ácido linoleico. Trans-11 18:1 ácido vacínico. Cis 18:1 ácido oleico. 18:0 ácido esteárico..... 39
Figura 8. Composición del jabón cálcico 42

Cuadro 1. Características corporales de algunas razas ovinas puras. 21
Cuadro 2. Especificaciones para la clasificación de canales de ovinos 25
Cuadro 3. Aditivos alimenticios zootécnicos empleados en rumiantes 27
Cuadro 4. Determinación de parámetros productivos..... 46
Cuadro 5. Medias de mínimos cuadrados para los indicadores productivas en corderos Katahdin alimentados bajo dos fuentes energéticas distintas (GS, GP). 49
Cuadro 6. Interacción para ganancia diaria de peso (GDP), bajo el efecto tratamiento x sexo de corderos katahdin alimentados con dos fuentes energéticas distintas (GP, GS). 50
Cuadro 7. Medidas post mortem para los diámetros del área de ojo de chuleta (Media± DE) 50

RESÚMEN

En México la demanda de carne de ovinos ha presentado un aumento progresivo y su producción se ha sostenido en los últimos diez años. Con el objetivo de evaluar diversos indicadores productivos en corderos de la raza Katahdin (conversión alimenticia, ganancia diaria de peso y rendimiento en canal), se formaron dos grupos (n=10) con un peso inicial promedio de 19 Kg. Se utilizó una dieta adicionada con grasa de sobrepaso (GS) y al segundo grupo, se le ofreció una dieta que contenía 1,2 propanodiol (GP) como gluconeogénico. Ambas dietas fueron isoenergéticas y se formularon con insumos similares Los animales fueron alimentados *ad libitum* durante 45 días. Se programaron pesajes semanales y al alcanzar los 40 kg de peso los animales se llevaron a sacrificio. No se encontraron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) en cuanto a la conversión alimenticia (GS=5.7 vs GP= 5.9), ganancia diaria de peso (GS= 316 g vs GP= 314 g), ni en cuanto al rendimiento en canal (GS =48.24 % vs GP 48.29 %). Se concluye que el sexo del animal influyó en la ganancia diaria de peso en ambas dietas isoenergéticas. La dieta isoenergética con propanodiol mostró una conversión alimenticia marginal respecto a la dieta con grasa de sobrepaso, por lo que es una opción para la alimentación de los ovinos.

Palabras clave: corderos, 1,2 propanodiol, grasa de sobrepaso, ganancia de peso, carne.

ABSTRACT

In Mexico the demand for sheep meat has been a progressive increase and the production has been sustained in the last ten years. The objective was evaluate the feed conversion, daily weight gain and carcass yield of Katahdin lambs in the stage of 20-40 Kg of weight, two groups of lambs (n = 10) were formed with an average initial weight of 19 Kg A diet supplemented with overshoot fat (GS) was used and the second group was handeled with a diet that contained 1,2 propanediol (GP) as gluconeogenic. Both diets were isoenergetic and were formulated with similar inputs. The animals were fed ad libitum for 45 days. Weekly weighings were scheduled and upon reaching 40 kg of weight. No significant differences (P≥ 0.05) were found in terms of feed conversion (GS = 5.7 vs GP = 5.9), daily weight gain (GS = 316 g vs GP = 314 g), nor in carcass performance (GS = 48.24% vs GP 48.29%). It concludes that the sex of the animal influenced the daily weight gain in both isoenergetic diets. The isoenergetic diet with propanediol showed a marginal feed conversion compared to the diet with excess fat, making it an option for feeding sheep.

I. INTRODUCCIÓN

México produce en promedio 62 millones de toneladas de carne de borrego por año. La demanda ha presentado un aumento progresivo, por lo que su producción se ha mantenido durante los últimos 10 años (SIAP, 2018). Sin embargo, México solo genera el 70% de la carne ovina que consume, generado un mercado interno potencial de unas 30,000 toneladas anuales, esta es una de las razones por la que se abre una ventana de oportunidad para los productores pecuarios nacionales ya que la demanda de este producto presenta un crecimiento continuo (Partida, et al., 2013; Carrera, 2008).

La carne de borrego que se produce en México, se ha afianzado en el gusto de consumidores y transformadores por su calidad, sabor y terneza, aspectos derivados de los sistemas de engorda intensiva, que se caracterizan por la alta inclusión de granos y oleaginosas en la dieta, situación que representan alrededor del 70% del costo total de producción. (Carrera, 2008). El delicado margen de rentabilidad de la engorda ovina intensiva, ha orillado a la búsqueda de diversas alternativas, para disminuir el aporte de granos, siendo los aditivos alimenticios, una opción viable para lograr el rendimiento deseado, reduciendo costos por alimentación (Campos, *et al*., 2015; Velazquez, 2017).

Dentro de la búsqueda de dichas alternativas, se han establecido estrategias que incrementen la productividad en los sistemas, como por ejemplo el uso de aditivos. Entre los principales aditivos que se utilizan en las dietas de ovinos se encuentran los probióticos, los β-adrenérgicos, los ionóforos, los extractos vegetales y los precursores gluconeogénicos; entre éstos últimos se encuentra algunos aminoácidos, lactatos, propionatos, glicoles y el 1-2 propanodiol, dichos compuestos pueden dar lugar a una mayor cantidad de glucosa a través del aumento de la tasa de gluconeogénesis, aumentando consecuentemente las reservas de almidón en el hígado y de tejido adiposo en el mesenterio y alrededor del músculo-esquelético principalmente.

Aunque se ha postulado que fungen como una fuente de energía alternativa, en realidad para su funcionamiento, necesitan la presencia de fuentes energéticas en la

ración, promoviendo el anabolismo, lo que se traduce en una mejora del comportamiento productivo (López, 2017; Carrillo, *et al*., 2016).

Uno de los gluconeogénicos más probados en rumiantes ha sido el 1,2 propanodiol, del cual una porción es fermentada en el rumen produciendo ácido láctico y propiónico, mientras que el que sobrepasa es absorbido y transportado vía sanguínea al hígado donde es metabolizado a glucosa y almacenado como glucógeno. El propanodiol se ha usado en el tratamiento del balance energético negativo (BEN), con el fin de prevenir la cetosis; en la engorda de toretes éste ha probado tener mejor desempeño que las levaduras *(Saccharomyces cerevisiae)*, en el peso final y la ganancia diaria de peso ($P<0.05$) (Livas, 2015). Sin embargo, de acuerdo con López, (2017) al evaluar dietas con diferentes niveles de 1,2 propanodiol, (20, 40 y 60 g); reportaron que la mayor ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, peso de la canal caliente y área del ojo de la costilla con la dosis más baja del producto 20g).

Otra alternativa para mejorar la nutrición en la engorda ovina es la adición de grasas, aceites, ácidos grasos y grasa protegida. Se ha reportado que el consumo de glicerol en rumiantes modifica la relación acetato: propionato aumentando la producción de este último, por lo que el glicerol puede sustituir parcialmente los ingredientes a base de almidón en la dieta, ya que éste se convierte en propionato en el rumen y actúa como precursor en la síntesis de glucosa hepática. Sin embargo, la inclusión de grasas y glicerol en la nutrición de ovinos tiene límites estrechos (no más del 6 %). En ovinos se ha reportado un menor consumo de alimento cuando se adiciona glicerol bruto, como consecuencia del elevado contenido de metanol (6%) provocando rechazo del alimento y en consecuencia, reducción del consumo de materia seca (Hidalgo, *et al*., 2018). Por otro lado, la suplementación con algunos ácidos grasos como el propionato, afecta el flujo de glucosa, la deposición de grasa y el crecimiento de músculo en el borrego, este producto se debe administrar en dosis bajas, ya que induce un efecto hipófagico en rumiantes (González, 2018).

Recientemente se ha dado más importancia al tipo de ácidos grasos debido a que se ha demostrado su impacto en los procesos reproductivo y productivo (Nieto, *et al*.,

2010). Las grasas protegidas son una fuente de ácidos grasos insaturados, principalmente los ácidos linolénico y linoleico, que sobrepasan a la saturación ocasionada por los microorganismos del rumen, causando una digestión vía porta-hepática. En algunos estudios donde se ha suplementado con grasa sobrepasante se han obtenido resultados satisfactorios para características deseables tales como ganancia de peso y rendimiento en canal, al respecto se realizó suplementación con grasa protegida y vitamina E, estos estudios mostraron un buen rendimiento de canal fría para los corderos de mayor peso, con un menor consumo de alimento. La grasa protegida tiene la ventaja de tener una buena palatabilidad, y fluidez con los componentes de la ración gracias a su presentación en forma de granos de fino tamaño, teniendo propiedades aglomerantes (Duarte, *et al*., 2016; InfoAgro Sistems, s.f.).

Ante la necesidad de reducir el uso de granos como maíz, sorgo y soya en la ración de corderos de engorda por cuestiones relativas al costo, y además a la competencia que representan dichos sustratos en la seguridad alimentaria del país, se hace patente la necesidad de evaluar aditivos energéticos en la ración de borregos de engorda y su efecto en aspectos productivos y de calidad de carne.

II. HIPÓTESIS

La inclusión de una dieta con 1,2 Propanodiol es equiparable en consumo, ganancia de peso, rendimiento en canal y calidad de la carne en la engorda de borregos Katahdin con la suplementación de grasa de sobrepaso.

III. OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL

Comparar dos dietas isoenergéticas con grasa de sobrepaso y 1,2 propanodiol sobre parámetros productivos y características de la canal en borregos Katahdin.

2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar ganancia de peso y consumo voluntario en borregos Katahdin consumiendo una dieta de 1, 2 propanodiol contra una dieta de grasa de sobrepaso en la etapa de 20 a 40 Kg de peso vivo.
- Medir el rendimiento en canal, la grasa dorsal, y área del ojo de la chuleta *post mortem* en borregos Katahdin cebados con dos dietas isoenergéticas con grasa de sobrepaso y 1,2 propanodiol.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1 Situación actual de la ovinocultura

Producción anual y nivel nacional de carne de borrego.

En México, la producción de carne de borrego se realiza en 448 mil unidades de producción, distribuidas de la siguiente forma: 53,0% en el centro, 24,0% en el sur-sureste y 23.0% en el norte. Estas unidades soportan más de 8.9 millones de cabezas, con una producción de casi 122,500 toneladas y 62,939 toneladas de carne en canal. Los principales estados que aportan el 48.02% del total de la producción son el Estado de México, Hidalgo, Veracruz, Zacatecas y Jalisco; en cuanto a Michoacán este aporta el 3% de la producción (Figura 1) de acuerdo al Sistema de Información Agroalimentaria y pesquera (SIAP, 2018; Partida, *et al*., 2013).

Figura 1. Entidades Federativas en México con mayor producción ovina

Fuente: SIAP (2018)

4.1.2 Consumo de la carne de borrego a nivel nacional

En México, la ovinocultura está enfocada básicamente a la producción de carne que representa el 1% del valor de la producción, comercializando ovinos en pie en su gran mayoría. El consumo de carne de borrego se encuentra focalizada en su mayoría en el centro del país Ciudad de México, Estado de México, Hidalgo, Puebla, Tlaxcala, Querétaro y Morelos, donde se concentra más o menos el 85% del total de carne consumida y el resto se aprovecha en los demás estados de la República Mexicana. A pesar de ello, no se ha podido satisfacer la demanda de carne de cordero en el país, por lo que actualmente se importa del 35 a 40% del consumo nacional aparente (CNA) de carne ovina, principalmente proveniente de Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos (Robles, 2017; Partida, *et al*., 2013).

Bobadilla y Perea (2018) mencionan que la producción de carne tuvo una tasa de crecimiento media anual de 1970 a 2016 del 2.2%, con un incremento de 37.45 mil toneladas; la mayor tasa de crecimiento fue en el periodo de 1998 a 2016 con un 3.7% (Figura 2), este incremento se debió a la introducción de razas productoras de carne y a mejoras en las técnicas de alimentación de los borregos en sistemas de producción intensiva y mixta. Sin embargo, no se logra cubrir el mercado nacional por lo cual se recurre a importar del 35 a 40% del CNA de carne ovina para satisfacer la demanda (Robles, 2017).

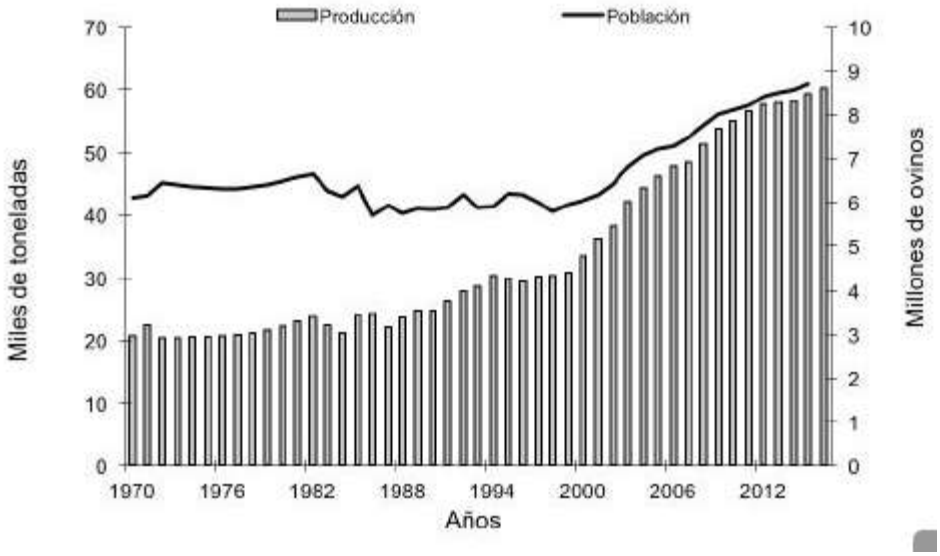


Figura 2. Evolución de la producción de carne y población de ovinos en México (1970-2016)

Fuente: Bobadilla y Perea (2018)

El consumo *per capita* de carne en 2009 fue de 0.738 kg, del cual, el 90% del consumo corresponde a "barbacoa", siendo las entidades del centro de México, las que prefieren este platillo tradicional y solo el 10% se prepara 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; FIRA, 2010).

El color, la terneza y el sabor de la carne son considerados como los criterios de calidad más importantes en el ganado ovino. La mayoría de los consumidores consideran a la dureza (o terneza), que es un atributo de textura, como el factor más importante que determina la calidad de la carne, y está influenciada por el pH, el estado contráctil de las proteínas del músculo y por el tejido conectivo *(Torrescano, et al.*, 2009; Civit, *et al*., 2014).

Los sistemas de producción presentes en México, se enfocan principalmente para la obtención de carne, sin embargo existen pocos reportes que evalúen la calidad de la carne obtenida en dichos sistemas. La canal es la unidad básica de comercialización

que se emplea en el mundo de la carne, por eso la obtención de la canal es el primer paso que se debe dar en el proceso de producción de carne (Partida, *et al*., 2013).

De acuerdo a la FAO. Se puede definir calidad de la carne en función de su calidad composicional (coeficiente magro-graso) y de factores de palatabilidad tales como su aspecto, olor, firmeza, jugosidad, ternura y sabor. Existen un gran número de factores que pueden afectar la calidad de la canal y por lo tanto su precio. Unos son dependientes del animal tales como raza, sexo, edad y otros, que son afectados por el manejo al que han sido sometidos los ovinos en el sistema de producción, a saber ejercicio, condiciones medio ambientales, alimentación, por otro lado, existen factores debidos al procesos que sigue el animal al ser transportado desde el lugar de la engorda, sacrificio, refrigeración y maduración (Torrescano, *et al*., 2009).

En el contexto de la producción de carne, la raza o tipo genético es un factor en la definición de los rasgos corporales, y consecuentemente, en la determinación de las cualidades de la canal, pues entre otras cosas, se sabe que el genotipo incide en el peso, define la conformación, establece el rendimiento y la morfología, así como la composición de la canal (química, regional y tisular).

Por otro lado, también es importante considerar que existen razas de madurez precoz y razas de madurez tardía, considerando a la madurez desde la óptica del desarrollo corporal y no desde un punto de vista biológico o sexual (Cuadro 1) (Partida, *et al*., 2013).

Cuadro 1. Características corporales de algunas razas ovinas puras.

Raza	Tipo de raza	Tamaño Adulto	Peso al sacrificio (kg)	Peso de la canal (kg)	Rendimiento en canal (%)
Blackbelly	Precoz	Chico	35	15.75	45
Leicester	Tardía	Grande	45	22.50	50
Cheviot	Precoz	Chico	35	16.80	48
Charollais	Precoz	Mediano +	45	23.40	52
Columbia	Tardía	Grande	50	26.50	53
Dorper	Precoz	Mediano	45	23.40	52
Dorset	Intermedia	Mediano +	50	26.00	52
Hampshire	Intermedia	Grande	50	26.50	53
Katahdin	Intermedia	Mediano	40	20.00	50
Merino	Intermedia	Mediano -	45	22.50	50
Pelibuey	intermedia	Mediano +	45	22.05	49
Rambouillet	Tardía	Grande -	50	26.00	52
Romney Marsh	Intermedia	Mediano +	45	22.50	50
Polypay	Intermedia	Mediano +	45	22.95	51
Romanov	Precoz	Chico	35	16.80	48
Southdown	Intermedia	Mediano -	40	20.40	51
Suffolk	Tardía	Grande	50	25.50	53
Texel	Intermedia	Mediano +	45	22.90	51

Fuente: Partida, *et al*., (2013)

En resumen, la composición de la canal de ovino está influenciada por el peso del animal, la raza, el sexo, la tasa de crecimiento y la alimentación. El color, la dureza y el sabor de la carne son considerados como los criterios de calidad más importantes en el ganado ovino. La textura de la carne es valorada como el aspecto más importante por los consumidores y está influenciada por el pH, el estado contráctil de las proteínas del músculo y por el tejido conectivo (Torrescano, *et al*., 2009).

4.2 Evaluación de la canal ovina

Con base en la Norma Mexicana (NOM) "**NMX-FF-106-SCFI-2006 Productos pecuarios- Carne de ovino en canal- Clasificación"** se define a la canal de ovino como "cuerpo del animal sacrificado, desangrado y sin piel, abierto a lo largo de la línea media desde el xifoides hasta el pubis; separado de la cabeza a nivel de la articulación atlanto-occipital y de los miembros anteriores a nivel de la articulación carpo-metacarpiana y de los miembros posteriores a nivel de la articulación tarso-metatarsiana; sin vísceras, excepto los riñones y grasa peri renal".

Los criterios utilizados para definir la calidad de una canal son principalmente peso, la conformación, engrasamiento, composición en tejidos y proporción de piezas, que por lo tanto inciden directamente en su calidad y precio. Además, están directamente correlacionados con el peso de sacrificio, y éste debe coincidir con el punto de madurez en el que la raza alcanza un nivel de calidad deseable u óptimo. El peso de la canal, comercialmente es el que determina el valor de la misma, ya que la industria comercializa sobre la base de precio por kilogramo (Díaz Chirón, 2001).

4.2.1 Conformación de la canal

De acuerdo a la NMX- FF- 106-SCFI-2006 es la forma y volumen general del cuerpo del animal ya sacrificado en su presentación como “canal caliente” o “canal fría”, tomando como base el contorno de la canal, que está determinado visualmente de acuerdo a un patrón fotográfico, (figura 3).
La conformación de la canal ovina se clasifica en tres tipos:

1. Excelente: Canales con músculos gruesos moderado en comparación con la longitud de la misma; amplio llenado de las piernas y los cuartos delanteros.
2. Buena: Canales con músculos moderados en comparación con la longitud de la misma; piernas y cuartos delanteros moderadamente delgados.
3. Deficientes: canales con músculos delgados en comparación con la longitud de la misma; piernas y cuartos delanteros delgados y cóncavos.

Figura 3. *Conformación de la canal ovina*

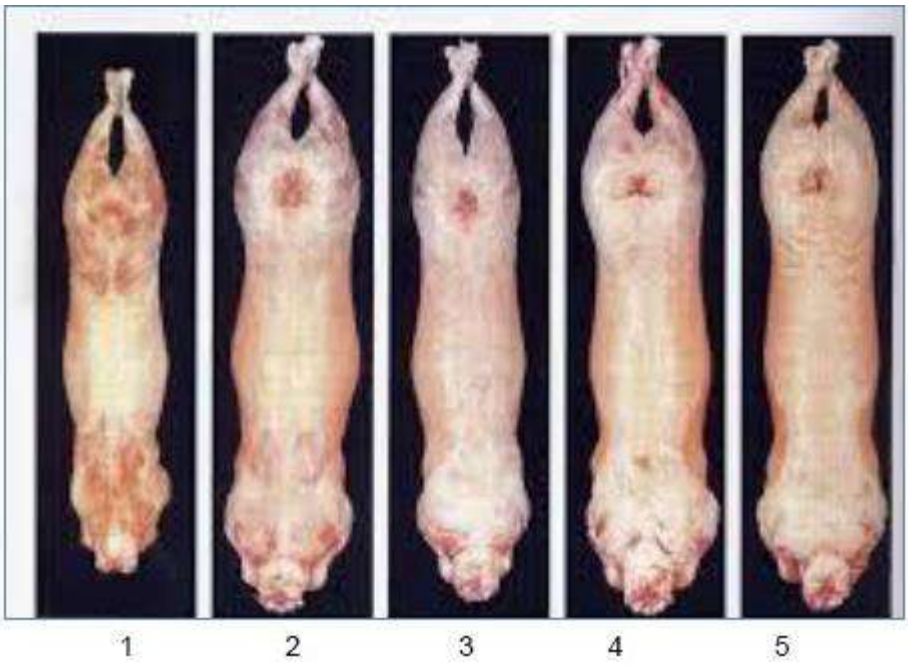
Fuente: NMX-FF-106-SCFI-2006

4.2.2 Engrasamiento

La cobertura grasa evita la desecación de la canal, influye en la terneza y jugosidad de la carne y, al menos en el caso del ovino, también en el aroma y sabor de la carne (Ruiz de Huidobro, *et al*., 2005). El engrasamiento es la proporción de grasa que presentan las canales respecto de su peso. La relación entre las medidas de la grasa (espesor de la grasa dorsal y puntuación del estado de engrasamiento) y el porcentaje de grasa en la canal dependen del peso. Por lo tanto, el estado de engrasamiento es el principal factor que determina el valor comercial de la canal.

Para determinar el estado de engrasamiento de la canal se emplean patrones fotográficos, con una puntuación de acuerdo con los diferentes tipos que se tiene para cada clasificación. De acuerdo a la Unión Europea para la clasificación del estado de engrasamiento para canales ovinas de más de 13 kg, se consideran cinco categorías, donde 1 corresponde a una escasa cobertura grasa y 5 una excesiva cobertura grasa (figura 4). También se puede evaluar a partir de la visualización del recubrimiento graso de los riñones y de la cavidad pelviana, debido a que la grasa pélvico-renal presenta una correlación muy alta con el peso de la grasa total de la canal (Robles, 2017).

Figura 4. *Clasificación del estado de engrasamiento de canales ovinas de acuerdo a la Unión Europea*



Fuente: Robles, (2017)

4.2.3 Peso de la canal

El peso de la canal posee una relación directa con la cantidad de los tejidos que conforman la canal (musculo, grasa y hueso), estructuras que influyen en su calidad y

precio (Robles, 2017). De acuerdo a la norma para la clasificación de canales ovinas que se tienen en México (NMX-FF-106-SCFI-2006) se pueden clasificar, según su peso y tipo (cuadro 2).

Cuadro 2. Especificaciones para la clasificación de canales de ovinos

	Cordero		**Borrego**		
Parámetro	Lechal	Liviano	Pesado	Primal	Adulto
Peso en pie al sacrificio (kg)	hasta 12	hasta 38	más de 38	NA	NA
Peso en canal (kg)	hasta 6	hasta 18	más de 18	NA	NA
Grasa de cobertura	Perirrenal abundante	de 1 a 3 mm	de 3 a 6 mm	de 5 a 10 mm	de 5 a 10 mm
		de 4 a 6 mm	de 7 a 10 mm	de 11 a 15 mm	de 11 a 15 mm
		de 7 a 10 mm	de 11 a 15 mm	más de 15 mm	más de 15 mm
Edad	hasta 45 días	hasta dientes temporales	hasta dientes temporales	de 1 a 4 incisivos permanentes	de 5 a 8 incisivos permanentes

Las canales ovinas pueden clasificarse de acuerdo a los siguientes grados calidad:

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

4.2.4 Rendimiento en canal

El rendimiento de la canal es el porcentaje de peso de canal obtenido con respecto a un peso vivo determinado. Se pueden considerar tres tipos de rendimientos, siendo el de matadero, comercial y verdadero:

Rendimiento matadero= PCF/PVS x 100

Rendimiento comercial= PCF/PVA x 100

Rendimiento verdadero= PCC/PVV x 100

PCF=peso de la canal fría, PVS= peso al sacrifico, PCC= peso de la canal caliente, PVV= peso vivo vacío, PVA= peso vivo del animal en la explotación (Díaz Chirón, 2001).

4.3 Alternativas para la alimentación de pequeños rumiantes.

Para poder solventar el problema de los altos costos en los insumos alimenticios, durante décadas se han utilizado aditivos en la producción animal por los efectos benéficos que producen en indicadores fisiológicos, productivos y de salud. De esta forma, se incrementa la eficiencia en los sistemas productivos y se logran disminuir los costos. (García y García , 2015). Pilaguano, 2014, evaluó el efecto de dos aditivos y jabón cálcico en vaquillas y su relación costo/beneficio, y mostró que el Goughate Mate^{Tm} (cobalto), presenta el mejor resultado, alcanzando una relación beneficio/costo de 32.59 USD a comparación de 3-nitro 20 (roxarsona) y sin el uso de aditivos en la dieta.

4.3.1 Aditivos Alimenticios y su clasificación

La definición más aceptada para el término aditivo en alimentación animal, se refiere al uso complementario de sustancias, microrganismos y preparados distintos de las materias primas para alimento concentrado y de las premezclas, que se añaden intencionalmente al alimento o al agua, con el objetivo de influir positivamente sobre el rendimiento de los animales en buen estado de salud (Parlamento Europeo y el Consejo). De acuerdo a estas funciones, los aditivos se clasifican en tecnológicos, organolépticos, nutricionales, zootécnicos y cocciodiostáticos e histomonóstatos (García & García , 2015).Siendo los aditivos zootécnicos de mayor interés desde el punto de vista de la producción animal Estos pueden ser clasificados de acuerdo a la funciones y propiedades que posean.

Digestivos: sustancias que, suministradas a los animales, facilitan la digestión de los alimentos ingeridos, actuando sobre determinadas materias primas (enzimas, levaduras, extractos vegetales).

- Estabilizadores de la flora intestinal: microorganismos u otras sustancias definidas químicamente que, suministrados a los animales, tienen un efecto positivo sobre la flora intestinal (probióticos).
- Sustancias que influyen positivamente sobre el medio ambiente.
- Otros aditivos zootécnicos (ionóforos, beta-agonistas, ácidos orgánicos) (Cavini, 2014).

Cuadro 3. Aditivos alimenticios zootécnicos empleados en rumiantes

Digestivos	Estabilizadores de la flora intestinal	Otros aditivos zootécnicos
Enzimas	Probióticos	Ionóforos
Levaduras		Beta- Agonistas
Extractos vegetales		Ácidos orgánicos
		Sustratos glucogénicos

Los aditivos zootécnicos que más se emplean en la alimentación de rumiantes son los probióticos, Beta- agonistas, ionóforos, los ácidos orgánicos, enzimas fibroliticas, los extractos vegetales y sustratos glucogénicos (Cuadro 3) (Cavini, 2014; Carro, et al., 2006).

4.3.2 Probióticos

Los probióticos, también llamados aditivos microbianos, son cultivos vivos de diferentes microorganismos que se administran como suplementos a los animales y que provocan efectos beneficiosos en el animal hospedador mediante modificaciones en la población microbiana que alberga su tracto digestivo; los beneficios de la

utilización de los probióticos se relacionan con una mejor actividad del conjunto de enzimas microbianas en el rumen, las cuales favorecen los procesos fermentativos de la dieta fibrosa y un uso más eficiente de la energía generada (Carro, *et al*., 2006; López, *et al*., 2015)

Estos incluyen cultivos de bacterias como las especies *Lactobacillus, Enterococcus* y *Bacillus*, entre los hongos destacan *Aspergillus oryzae* y la levadura *Saccharomyces cerevisiae.* Estos microorganismos deben reunir ciertas características para ser usados en la nutrición animal. No deben ser patógenos para los animales, deben ser resistentes a factores físicos y ambientales propios de los procesos de elaboración de alimentos para animales: calor, desecación, radiación UV. Deben mantener su viabilidad durante el procesamiento, almacenamiento y manejo (Carro, *et al.*, 2006; Molina, 2019). López, *et al*., 2015, evaluó el efecto de la inclusión del probiótico Sorbifauna, 20,30 y 40 g/animal/día, en el crecimiento de ovinos estabulados, en el cual el peso vivo final no mostro diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, la GDP fue superior en los animales que consumieron probiótico (130.0, 135.8 y 135.4 g) respecto al control (112.6 g).

4.3.3 Beta-agonistas (β-agonistas)

Los β-agonistas adrenérgicos son agentes químicos que actúan a nivel de los receptores adrenérgicos celulares, derivando los nutrientes y la energía de los alimentos y de la lipolisis hacia la síntesis proteica y la formación de masa muscular. La utilización de estas sustancias presenta ventajas en la mejora de la producción y la calidad de la carne por tener un mayor tejido magro. Los principales β- agonistas son el clebunterol, zilpaterol y la ractopamina. Sin embargo el uso desmedido de estos componentes puede producir un incremento en las intoxicaciones tanto en humanos y animales por lo que el uso de clembuterol fue regulado y restringido en los años 90, por lo tanto, en México la NOM-061-ZOO-1999 prohíbe su uso, sin embargo esta

norma excluye a la ractopamina y al clorhidrato de zilpaterol (Caceido, *et al*., 2011; GlobalSTD, 2019; Domínguez, *et al*., 2010).

López, 2015 evaluó el efecto del zilpalterol en ovinos de finalización, utilizando 3 diferentes niveles de suplementación (0,10 y 20 mg/animal/día) comparados con un grupo testigo, se encontró que no hubo diferencias significativas ($P<0.05$) en los grupos de zilpaterol, pero sí, con el grupo testigo. También existieron diferencias significativas ($P<0.05$) en cuanto al área de ojo de chuleta y longitud de la canal.

4.3.4 Ionóforos

Se trata de un grupo de antibióticos entre los que se encuentran la Monensina sódica, Lasalocida sódica, salinomicina, laidomicina y Virginiamicina. Estos antimicrobianos selectivos inhiben bacterias Gram positivas, debido a la alteración del flujo de cationes a través de las membranas celulares que modifican la fermentación ruminal, incrementando la proporción de ácido propionico y por lo tanto la eficiencia energética del animal (Corona, 2016). La presencia de ionóforos en la dieta es necesaria para evitar el sobreconsumo y la acidosis ruminal. Bergen y Bats (1984) señalaron que, en rumiantes alimentados con alta proporción de carbohidratos rápidamente fermentables, los ionóforos deprimen el consumo de alimento, pero no modifican la ganancia de peso, lo cual implica una mejor conversión alimentaria.

La monensina sódica es utilizada ampliamente como coccidiostato y promotor de crecimiento, ésta tiene un efecto indirecto en el pH ruminal al inhibir el desarrollo de bacterias Gram positivas. Su uso en ovinos en controvertido, ya que no tiene efectos sobre ganancia diaria de peso, pero si sobre la eficiencia alimenticia, al reducir el consumo de alimento (Michelis & Sánchez, 2016). Esto coincide con el trabajo de Chian, 2018, en donde utilizaron dos dietas sin Lasalocida y con Lasalocida (60 mg/kg) en ovinos Blackbelly; y en los que se evaluó el consumo de alimento, ganancia de peso, incremento de talla y rendimiento en canal. No existiendo diferencias significativas entre tratamientos ($P>0.05$), en las variables estudiadas.

4.3.5 Ácidos orgánicos

Los ácidos orgánicos se encuentran de forma natural en los tejidos biológicos, ya que son productos intermedios de algunos ciclos metabólicos, y algunos de ellos se producen también en el trato digestivo de los animales durante los procesos de fermentación. Estos ácidos se utilizan frecuentemente como aditivos en la alimentación de los animales monogástricos, pero su uso en rumiantes es limitado. La mayoría de las experiencias realizadas en estos animales se reducen a los ácidos fumaricos y málico, ácidos dicarboxílicos que intervienen en el metabolismo del piruvato. En los rumiantes, los hidratos de carbono de la ración se degrada en el rumen hasta convertirse en piruvato, y este, es metabolizado por lo microorganismos ruminales para producir ácidos grasos volátiles (principalmente acético, propionico y butírico) (Caja, *et al*., 2003).

Los ácidos fumáricos y málicos son metabolitos intermedios de una de las vías metabólicas (vía succínica) por la cual el piruvato se trasforma en propionato, evitando la formación de lactato. El propionato es absorbido en el rumen es transportado al hígado, donde se convierte en glucosa (gluconeogénesis) que sirve como fuente energética o precursor de la síntesis de lactosa, proteína y grasa corporal. El modo de acción de los ácidos orgánicos no se conoce totalmente, pero en el caso de los monogástricos se ha observado que provocan modificaciones en la población microbiana del tracto gastrointestinal. En el caso de los rumiantes los ácidos orgánicos (o sus sales) ejercen su acción a nivel del rumen cuando son administrados con el alimento (Caja, *et al*., 2003).

Los estudios obtenidos de la suplementación con ácido málico no son constantes, debido a la proporción de forraje y concentrado que influye en el éxito de este aditivo, por lo que Loya *et al*, (2019) adicionó cuatro g de ácido málico en borregos pelibuey

en finalización contra una dieta control, donde no hubo efecto (P>0.05) del ácido málico sobre la ganancia diaria de peso y peso de los componentes de la canal, sin embargo, los borregos alimentados con ácido málico presentaron una mayor área del musculo *Longissimus lumborumm* (P<0.05).

4.3.6 Enzimas fibrolíticas

Las enzimas fibrolíticas exógenas actúan degradando la pared celular contenida en la ración, mejorando la digestibilidad de la fibra en todo el tracto digestivo. La mayoría de las enzimas para rumiantes son celulosas y hemicelulosas y xilanasas, y se purifican a partir de hongos y bacterias, como *Trichoderma longibrachiatum y Bacillus spp.* Respectivamente. Se han propuesto dos modelos para describir la organización del sistema de enzimas fibroliticas siguiendo los mecanismos de síntesis y secreción en células individuales. En el primer modelo, las enzimas actúan individualmente y en sinergia para efectuar hidrolisis de la celulosa, este modelo tuvo su origen con hongos aeróbicos como el *Trichoderma spp.* y *Phanerorochaete spp.* En el segundo modelo, las enzimas individuales se acoplan formando un complejo multi enzimático (i.e. celulosomas), siendo la bacteria termófila *Clostridium thermocellum* el ejemplo más estudiado para este modelo (Caja, et al., 2003; Cavini, 2014).

Trabajos recientes han demostrado que la suplementación con enzimas exógenas (celulosas y xilanasas) pueden mejorar la digestibilidad ruminal y aumentar la producción de leche o el crecimiento de los rumiantes, sin modificar la ingesta de materia seca. Sin embargo, los resultados en varios estudios son muy variables en los parámetros productivos, esto debido a la variabilidad entre enzimas utilizadas, y su acción depende de numerosos factores como la temperatura, el pH, el sustrato, e incluso la estación del año (Cavini, 2014).

4.3.7 Extractos Vegetales

La utilización de algunas plantas o de sus extractos se plantea actualmente como uno de los grupos de aditivos que presentan mayores posibilidades de éxito, ya que muchas plantas contienen un elevado número de ingredientes activos, estos compuestos son metabolitos secundarios, que parecen cumplir una función de relación de las plantas con su medio ambiente. La variedad de moléculas activas que se encuentran en las plantas es amplia, destaca las saponinas, los taninos, los fenilpropanos, los carotenos y los flavonoides. Algunas plantas (anís, tomillo, apio, pimientos, etc.) contienen aceites esenciales, que son metabolitos secundarios aromáticos y volátiles, conocidos por sus efectos antibacterianos, antioxidantes, saborizantes, antivíricos y antinflamatorios. No está claro cómo actúan los aceites esenciales sobre el ecosistema ruminal, sin embargo, se ha demostrado que algunos aceites esenciales modifican la fermentación ruminal mejorando la eficiencia de la utilización de los nutrientes. Por otro lado, el uso taninos ha mejorado el peso de la canal, el índice de conversión y un mayor crecimiento de corderos y de producción de lana, además de un incremento en la producción de leche en ovejas (Cavini, 2014; Carro, *et al*., 2006).

4.3.8 Sustratos gluconeogénicos

Entre los sustratos gluconeogénicos se encuentra el glicerol, 1,2- propanodiol, propionato de calcio y sus combinaciones, estos compuestos pueden dar lugar a la glucosa a través de gluconeogénesis, y por lo tanto fungir como fuente de energía alternativa a menor costo y optimizando las materias primas comunes, de tal forma que un kilogramo de una combinación de estos sustratos puede generar el equivalente de 77.5 Mcal/kg de energía metabolizable.

La ventaja de utilizar este tipo de productos se hace palpable en evitar el uso de grasas, sebos y aceites, por lo que las desventajas del manejo como son el

calentamiento, las áreas sucias, escasez y calidad deficiente o dudosa, son nulas. (López, 2017; Herrera, 2010).

4.4 1,2 Propanodiol

El 1,2 propanodiol (PPG), también conocido como propilengicol, metiletilen glicol, metil glicol, aditivo alimentario E-1520 y monopropilenglicol, es un alcohol deshidratado, que se produce a partir del óxido de propileno, que presenta dos formas isómericas con actividad diferente. Fue descrito por primera vez en 1859 por Charles Wurtz. La fórmula química $C_3H_8O_2$ y la estructura química se representa en la figura 5; en estado puro se presenta como un líquido incoloro, inodoro, con un tenue y característico sabor, y capaz de absorber la humedad de su entorno, es un líquido aceitoso transparente de la misma densidad del agua y levemente viscoso. Es soluble en agua, glicerol, metileno, etileno, acetona, éter, cloroformo y etilacetato (Barbieri, *et al*., 2001)

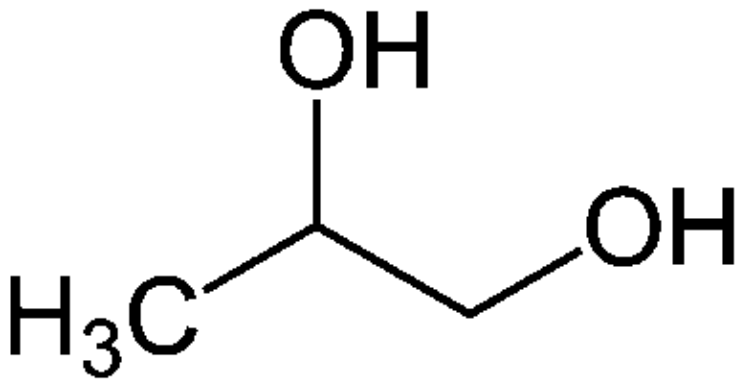


Figura 5. Estructura química de 1,2 propanodiol

Fuente: Lifeder, (2019)

Se emplea principalmente en el sector alimentario, como aditivo en la preparación de alimentos y sobre todo en el sector de la pastelería. Se utiliza como conservante para prevenir el moho y hongos en los alimentos líquidos. En el área farmacéutica sirve como vehículo para el suministro de fármacos con baja solubilidad en agua, estabilizante para vitaminas, bacteriostático y fungistáticos en la composición de

pastas y pomadas. Por sus características energéticas, es empleado en el campo animal para el tratamiento de cetosis bovina y como fuente de carbohidratos en la alimentación de animales de producción ya que es incluido en la formulación de dietas de cerdos, pollos, rumiantes y de animales de compañía, comida para perros (Röder, s.f.; Barbieri, *et al*., 2001).

4.4.1 Metabolismo del 1,2 propanodiol

Los primeros datos sobre el metabolismo de PPG mostraron que este fue absorbido intacto a través del epitelio ruminal, es captado por el hígado y solo en menor medida es fermentado hasta propionato antes de su absorción en el epitelio ruminal. Sin embargo, estudios recientes han demostrado que la fermentación ruminal es considerable en el ganado y la extracción hepática de PPG es de menor importancia. Cuando el PPG se fermenta en el rumen, disminuye la relación acetato:propionato, lo que resulta en un patrón ruminal de ácidos grasos volátiles más glucogénicos, mientras que el pH por lo general no se ve afectado (Castro, 2011; Cavini, 2014).

El PPG es administrado en forma oral y se absorbe directamente en el rumen, se estima que el 50% es metabolizado dentro de la primera y segunda hora post-alimentación, a las tres horas luego de su consumo, se metaboliza entre el 80 y 90%, la mayoría se absorbe intacto, y solo una pequeña cantidad es metabolizada a ácido propionico. Los niveles máximos de PPG en sangre ocurre dentro de los 30 minutos posteriores a su administración y la máxima conversión de glucosa sanguínea ocurre alrededor de 4 h después de su aplicación. Es altamente digestible, ya que lo residuos en heces son menores de 0.001 g, en la orina se excreta menos del 10% y en sangre no se logra detectar después de las 24 horas de su administración (Romero, 2016; López, 2017; Castro, 2011).

Su uso en rumiantes muestra que puede seguir varias rutas: absorción, fermentación, o pasar directamente al intestino. El PPG puede tomar una ruta u otra mayor o menor medida en función de las condiciones de alimentación, de la composición de la ración, y de la adaptación del ecosistema ruminal a esta. Ejerce su acción por medio de dos mecanismos: el primero se trata de un aumento de la cantidad de propionato y lactato producto de la gluconeogénesis: el segundo método es por el aumento de la concentración de insulina, a causa de que la generación de glucosa sanguínea, luego de la administración de PPG, produjo que disminuya la captación de glucosa por los tejidos periféricos, evidenciando una disminución en la proporción cetogénica a nivel sanguíneo (López, 2017; Romero, 2016).

En el hígado, el PPG absorbido por el rumen se convierte primero en lactato y posteriormente en piruvato y finalmente en oxalacetato, (Figura 6). El oxalaceato es un metabolito limitante para el ciclo de Krebs y para la gluconeogesis, y la reducción de los AGNE y de los cuerpos cetónicos (Cavini, 2014).

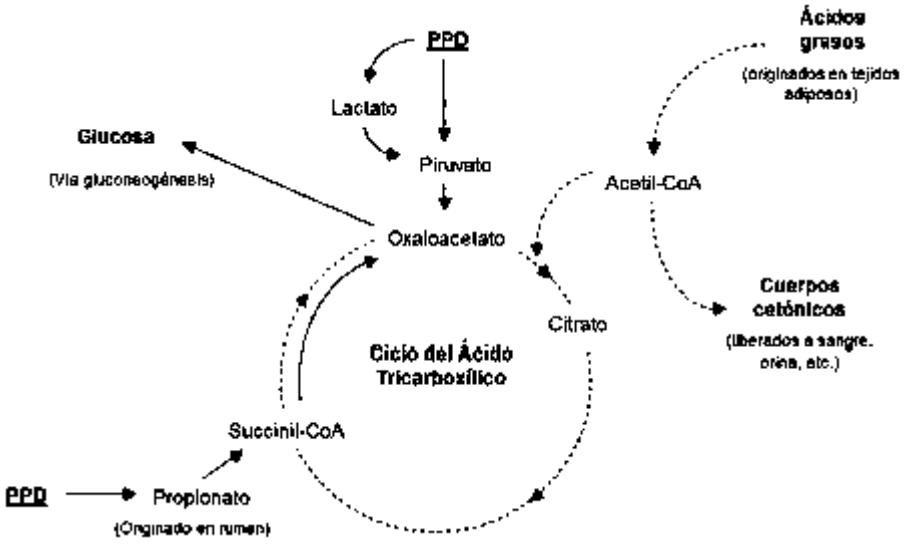


Figura 6. Metabolismo del 1,2 propanodiol

Fuente: Adaptado de Nielsen e Ingvartsen, 2004

4.4.2 Efectos sobre la producción

Existe poca información sobre el uso de propanodiol en ovinos, por lo cual la mayoría de los estudios se han realizado en vacas lecheras. Por ejemplo: Romero, en el 2016 estudió el efecto de PPD en vacas Holstein en el primer tercio de la lactancia sobre el peso corporal, producción y composición de la leche, no mostraron diferencias significativas entre el grupo control y la adicción de PPD. También se ha estudiado su uso en becerros de engorda adicionando 20, 40 y 60 g de PPD en la dieta, obteniendo resultados significativos ($P<0.05$) en el tratamiento de 20 g de precursor glucogénico sobre el rendimiento productivo y características de la canal (Carrillo, et al., 2016). En otro trabajo con novillos de engorda se evaluó los parámetros productivos (GDP y PF) y calidad de la canal, usando grasa de sobrepaso al 4% y 1,2 propanodiol al 0.75% en la dieta, donde no se encontraron diferencias ($P>0.05$) para características productivas ni calidad de la canal (Ramírez, 2014).

Livas *et al*, 2019 comparó tres niveles de PPD (0.1%, 0.15%, 0.2%) en ovinos de engorda, en el estudio se observó que el 0.2% de PPD en la dieta fue superior en cuanto a los índices productivos (PF, GDP, CA y Consumo de alimento). Por otro lado, Chiofalo *et al*, 2005 estudió el efecto del propilenglicol sobre el rendimiento pre y posparto en ovejas lecheras, comparó dos niveles de propilenglicol 80 y 160 g/oveja/día con una dieta control, obteniendo que los corderos alimentados con dietas bajas y altas de PPD, pesaron 580 y 370 g más, respectivamente al nacer, que los corderos de las ovejas de la dieta de control ($P<0.01$). De la misma manera estos 2 grupos ganaron 26 g/día y pesaron 1.15 kg más a los 30 días. También existieron diferencias significativas en cuanto a la producción de leche 16 y 25% mayor en los grupos de PPD en comparación del grupo control.

4.5 Grasas

Las grasas forman parte de un grupo de moléculas orgánicas llamadas lípidos, que son moléculas hidrófobas que pueden originarse a través de condensaciones de tiosteres o unidades de isopreno. Estos compuestos tienen acciones como: aportadores de energía, estructuradores de la membrana celular, protectores de órganos, mediadores hormonales y funciones inmunológicas. Asimismo, algunas vitaminas (A, D, E y K) son de naturaleza lipídica. Su importancia reside en la alimentación de los rumiantes por su alto contenido energético sin aumentar la ingestión de carbohidratos no estructurales y sin disminuir la ingestión de fibra. Así, la combustión completa de un gramo de grasa produce alrededor de 9.45 Kcal de energía neta, mientras que un carbohidrato típico general alrededor de 4.4 Kcal (Hernández & Díaz, 2011; Duarte, *et al.*, 2016).

Existen tres fuentes de grasa utilizadas en las dietas: la primera corresponde a la grasa aportada por el forraje e ingredientes no grasos, la segunda a los suplementos grasos (sebo bovino, aceites vegetales, aceites de pescado) o ingredientes vegetales (semilla de algodón) con alto contenido de ácidos grasos insaturados, la tercera fuente corresponde a la inclusión de grasa tratadas (grasa inertes, protegidas o grasas by-pass). Tanto los aceites como las grasas posen limitaciones al ser incorporadas en la alimentación de los rumiantes, ya que niveles >6% de la materia seca tienen efecto negativos sobre la digestibilidad de la fibra en el rumen, los cuales están asociados con la inhibición de la actividad microbiana, particularmente de los microorganismos celulíticos y metanogénicos por acción directa de los ácidos grasos en la membrana celular de los microrganismos o por efectos indirectos de una reducción de la disponibilidad de Ca^{2+} y Mg^{2+} (González & Bas, 2002; Arenas, *et al*., 2010).

4.5.1 Metabolismo de los lípidos

Cuatro procesos ocurren a nivel ruminal con los lípidos: hidrolisis, biohidrogenación, síntesis y saponificación de ácidos grasos. De estos cuatro procesos, la hidrolisis, luego la biohidrigenación y por último la saponificación, los cuatro procesos se realizan siempre y en forma sucesiva. El proceso de síntesis de grasas a nivel ruminal depende de la cantidad de ácidos grasos consumidos (Relling & Mattioli, 2003).

El primer paso de la digestión de las grasas en el rumen consiste en procesos de hidrolisis por lipasas bacterianas, ubicadas en la superficie de los microorganismos, por lo cual las bacterias necesitan adherirse a la superficie del alimento. Como principales productos de la hidrolisis se liberan ácidos grasos y glicerol, sumado a alcoholes aminados derivados de fosfolípidos y galactosa de los galactolipidos, estos últimos junto con el glicerol son metabolizados y convertidos en AGV, que se absorben en la pared abdominal.

A continuación, los ácidos grasos insaturados sufren un proceso de hidrogenación microbiana o biohidrogenación, especialmente por bacterias adheridas al alimento. Esto se debe a que los ácidos grasos al ser moléculas bipolares disminuyen la digestibilidad de los alimentos, debido a que los extremos hidrofílicos se adhieren al alimento dejando expuesto los extremos hidrofóbicos, dificultando el acceso de las enzimas digestivas bacterianas. Por otro lado, los ácidos grasos insaturados alteran la tensión superficial y la permeabilidad de las membranas bacterianas, perjudicando a la flora celulítica. La hidrogenación afecta entre el 70 y 90% de los ácidos grasos y el sobrante se incorpora al soma bacteriano (Relling & Mattioli, 2003).

Este porcentaje está en relación con la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados que lleguen al rumen y del pH ruminal. A mayor cantidad de ácidos grasos insaturados, menos va a ser la proporción de biohidrogenación. Cuando más bajo es el pH ruminal, mayor es la inhibición del crecimiento de las bacterias encargadas de la

biohidrogenación sobretodo del grupo (de 18:1 a 10:0) figura 7. Debido al pH ácido del rumen los lípidos se saponifican formando jabones insolubles de calcio y de magnesio, de esta forma el 70 a 80% de los lípidos abandonan el rumen y el resto llega al abomaso como fosfolípidos. Los microorganismos ruminales no almacenan lípidos como triglicéridos, pero deben sintetizar sus membranas plasmáticas para lo cual emplean ácidos grasos, creando una variedad de ácidos grasos de cadenas impares y ramificadas (Relling & Mattioli, 2003).

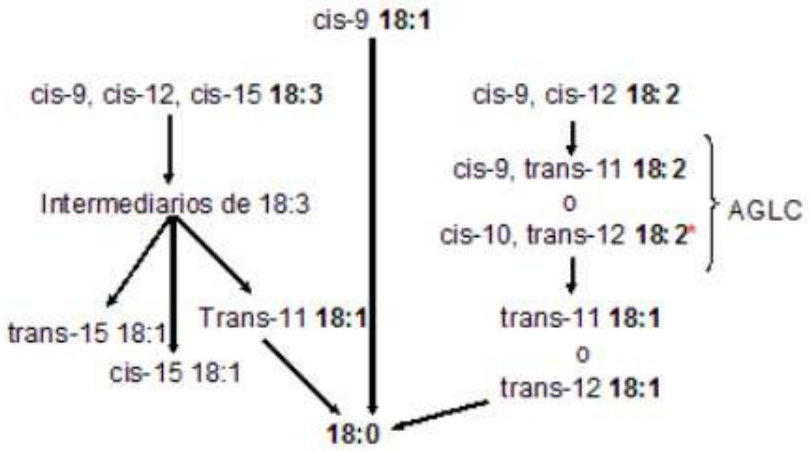


Figura 7. Procesos de biohidrogenación. AGLC: ácidos graso linoleico conjugado. 18:30 ácido graso linolénico. 18:2 ácido linoleico. Trans-11 18:1 ácido vacínico. Cis 18:1 ácido oleico. 18:0 ácido esteárico.

Fuente: Relling y Mattioli *(2003)*

El principal sitio de absorción de las grasas es el tramo medio y final del yeyuno aunque también ocurre absorción en el tramo inicial a pesar del bajo pH. En el yeyuno superior se absorben exclusivamente los ácidos grasos libres que llegan al duodeno con la digesta, mientras que los ácidos grasos procedentes de la digestión enzimática de las grasas neutras y los fosfolípidos son absorbidos en los dos tercios finales. Los ácidos grasos de cadena larga no son absorbidos en el intestino grueso. En el interior de los enterocitos, los ácidos grasos de menos de 12 carbonos no son esterificados y son drenados directamente por la vena porta. Por el contrario, los ácidos grasos de 12 o más carbonos son esterificados para formar triglicéridos y fosfolípidos. Una parte del ácido propiónico atraviesa la pared del rumen mientras que otra es recogida y llevada

al sistema porta convirtiéndose en glucosa (Henry & Vinazco, 2010; Martínez, *et al*., 2010).

Cuando se utiliza una fuente de grasa, no protegida o no sobrepasante, con altos niveles de AG-poli-insaturados, la mayoría se pierde debido a la biohidrogenación, a este tipo de grasas susceptibles a interactuar en el rumen, se les conoce como grasas activas y su utilización es limitada. Nuevas tecnologías han generado grasas modificadas químicamente, que permiten su utilización en mayores niveles y con una menor interacción a nivel ruminal, reduciendo los efectos deletéreos de los lípidos sobre la actividad del rumen. Este tipo de grasas son conocidas como "grasas sobrepasantes", grasas inertes, by-pass, o grasas protegidas (Hernández & Díaz, 2011).

4.5.2 Grasas de sobrepaso (GS)

Las grasas inertes son definidas como "aquellas que han sido diseñadas específicamente para tener, muy poco, o ningún efecto negativo sobre la digestibilidad de los alimentos en rumiantes". Una de las principales características de las grasas protegidas es que permanecen inertes en el rumen, no afectando a los microrganismos; mientas que a nivel intestinal son totalmente digeridas. Se han informado cuatro tipos de grasas inertes: recubiertas con proteínas, grasas hidrogenadas, semillas intactas y sales de calcio de los ácidos grasos (Hernández & Díaz, 2011; Proaño, *et al*., 2015).

4.5.3 Recubiertas con proteínas

También se pueden encapsular a las grasas con un recubrimiento proteico que, a su vez, se protege con formaldehído contra la deshidratación en el rumen, pero este procedimiento además de ser complejo y costosos, se pueden romper dichas capsulas liberando las grasas en el rumen (Arizala, *et al*., s.f.; Fernández, 2019).

4.5.4 Semillas intactas

Es el molido de semillas oleaginosas (soya y girasol), y tratamiento con formaldehido y calor para formar un complejo insoluble que previene su liberación y biohidrogenación en el rumen. Sin embargo, las semillas “enteras” reducen el aprovechamiento de las proteínas y se incrementan las perdidas en heces. Mientras que, al procesarse (molienda o aplastado) liberan aceites (grasas) generando un ambiente ruminal inadecuado (lipolisis y enranciamiento) incluso se pueden producir toxinas que afectan la salud animal (Arizala, *et al*., s.f.; Fernández, 2019).

4.5.5 Grasas hidrogenadas

El proceso consiste en hidrogenar parcialmente los dobles enlaces de diversas fuentes lipídicas a fin de elevar su punto de fusión, reduciendo de esta forma su actividad en rumen por ser más insolubles. Las principales fuentes lipídicas utilizadas en la confección de estas grasas son la oleína de palma, sebo y las oleínas de pescado. El problema a considerar con este tipo de grasas es que la hidrogenación de los ácidos grasos, especialmente de los de cadena larga, reduce su digestibilidad en el intestino delgado. Alguna de las ventajas comparativas frente a otras grasas inertes son su mayor estabilidad por ser más saturadas, su mayor palatabilidad y su mayor contenido en grasa (Mateos, *et al.*, 1996).

4.5.6 Sales de calcio de los ácidos grasos

Las sales de calcio de los ácidos grasos se obtienen por saponificación. Durante este proceso, los ácidos grasos libres se unen con iones de calcio (figura 8). Estos compuestos presentan punto de fusión alto, baja inhibición microbiana y solubilidad en pH inferior a 5.5. Por tanto, no se disocian en el rumen ni se disuelven en el líquido ruminal. El abomaso presenta pH de 2 a 2.5, que puede disociarse mediante la liberación de las moléculas de ácidos grasos y calcio, compuestos que pueden ser digeridos y absorbidos en duodeno (Fernández, 2019).

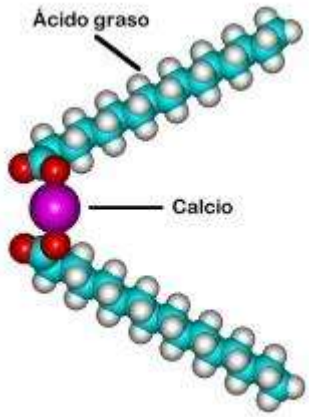


Figura 8. Composición del jabón cálcico

Fuente: Fernández (2019)

La mayoría de los jabones cálcicos se fabrican a partir de los ácidos grasos destilados de la palma, cuyo perfil de ácidos grasos es apropiado para rumiantes, ya que su punto de fusión está en el rango de los 38-39°C el cual es próximo a la temperatura corporal del animal y son de alta digestibilidad. Además, posee una alta palatabilidad y se asocia (aglomera) muy bien con granos y forrajes (ensilados o henos) de fino tamaño (Angulo , *et al*., 2005).

4.5.7 Efectos sobre la producción

Romero, 2014, evaluó el efecto de dos tipos de grasas sobrepasante (jabones de calcio de residuos de aceite de palma y sebo ovino), contra un concentrado comercial y un tratamiento control, sobre la producción de vacas jersey, en donde el mayor peso final, la mejor condición corporal y los mejores rendimientos en producción de leche se obtuvieron con jabones de calcio de residuos de aceite de palma. De igual manera, Quintero *et al*, 2016, evaluaron el efecto de la grasa de sobrepaso sobre la ganancia de peso, intensidad y duración del celo, en donde suministraron 125 g/día de GS, en donde los resultados mostraron una ganancia de peso (0.78 puntos) y la valoración de la condición corporal final incrementó 0.7 puntos respecto a la inicial.

En ovinos, se ha evaluado la adición de distintos niveles de grasa con o sin proteger sobre los porcentajes de musculo, grasa y hueso donde no se encontraron diferencias significativas (Asenjo, et al., s.f.). Salvador *et al*, 2009 evaluó el efecto de la grasa sobrepasante sobre la producción y composición de la leche de cabra, el cual consistió suministrar 80 g/día de GS y un grupo control. El tratamiento no tuvo un efecto significativo sobre el peso, condición corporal y consumo voluntario, sin embargo, tuvo un efecto significativo ($P<0.01$) al aumentar todos los componentes de la leche en forma beneficiosa.

V. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 Ubicación del área de estudio

El presente trabajo se realizó durante los meses de septiembre a noviembre del 2019 en el sector de ovinos del Instituto Tecnológico del Valle de Morelia, ubicado en el km. 6.5 Carretera Morelia- Salamanca, en el municipio de Morelia, Michoacán. El municipio de Morelia se localiza en la zona centro-norte del estado. Su cabecera es la capital del Estado de Michoacán. Se ubica en las coordenadas 19°42' de latitud norte y 101°11.4' de longitud oeste, a una altura de 1, 951 metros sobre el nivel del mar. Cuenta con una superficie de 1,196.95 $km^{2.}$ Predomina el clima del subtipo templado de humedad media, con régimen de lluvias en verano de 700 a 1,000 milímetros de precipitación anual y lluvias invernales mama de 5 milímetros anuales promedio. La temperatura media anual es de 14° a 18°C (Morelia, s.f.)

5.2 Animales

Para este estudio se seleccionaron 20 corderos de destete de la raza Katahdin, con un peso promedio de 19 kg, divididos en 2 grupos. En el cual el grupo 1 se identificó como grasa de sobrepaso "GS" y el grupo 2, 1,2 propanodiol "GP". Los cuales se mantuvieron en estabulación en un periodo de 45 días de engorda. Todos fueron contemporáneos en grupos de parición con un máximo de diferencia de 15 días de edad, provenientes de los mismos sementales.

5.3 Alimentación

Los animales fueron sometidos a una dieta de adaptación, la cual fue tomada como la semana 0. La formulación y requerimientos nutricionales de las dietas fueron basadas

de acuerdo a National Research Council (NRC, 2007) para una ganancia diaria de peso de 250 gramos. Ambos tratamientos contenían el 16.7% de proteína cruda, 2.9 Mcal/Kg de energía metabolizable y un contenido de fibra de 12.36 y 12.83% respectivamente. El porcentaje de materia seca para el tratamiento 1 fue 84% y para el tratamiento 2 del 83.58%.

Las dietas formuladas para el experimento fueron las siguientes:

% DE INCLUSION DE INSUMOS EN BASE SECA		
INSUMO	**DIETA GRASA SOBREPASO**	**DIETA 1,2 PROPANODIOL**
SORGO GRANO MOLIDO	39.75	38.27
SALVADO DE TRIGO	2.37	4.86
HARINA DE SOYA	18.66	4.07
RASTROJO DE MAÍZ	22.24	23.00
SILAJE DE MAÍZ	7.76	7.09
HARINA DE CANOLA	3.0	20.27
CARBONATO DE CALCIO	0.82	1.54
GRASA DE SOBREPASO	5.00	--------
1,2 PROPANODIOL	-----	0.50
SAL	0.30	0.30
MINERALES Y VITAMINAS	0.10	0.10

5.4 Variables de estudio

5.4.1Consumo diario de alimento

Se proporcionó alimentación y agua *ad libitum*, realizando el pesaje del alimento servido y rechazado por grupo diariamente a las 09:00 horas. Registrándose los datos

del alimento ofrecido como del rechazado, para obtener la cantidad de alimento consumido.

5.4.2 Ganancia diaria de peso (GDP)

Se realizaron cuatro pesajes durante el estudio, los días 1, 15, 30 y 45 del experimento, haciendo uso de una báscula colgante portátil digital. Registrando la fecha en que se realizó y el peso obtenido por cordero. Para obtener el parámetro de conversión alimenticia, fue fundamental los parámetros productivos de consumo de alimento y GDP para lo cual se utilizaron los siguientes parámetros (Cuadro 4).

Cuadro 4. Determinación de parámetros productivos

Parámetro	Formula
Consumo de alimento	Kg de alimento ofrecido – Kg de alimento rechazado
Ganancia diaria de peso (GDP)	$\frac{\text{Peso final-peso inicial (cada periodo)}}{\text{No. de días del periodo}}$
Conversión Alimenticia (CA)	$\frac{\text{Kg de alimento}}{\text{Kg de ganancia}}$

5.4.3 Rendimiento de la canal

La medición del rendimiento de la canal, grasa dorsal y área del ojo de la chuleta se realizó sacrificando a los corderos que tuvieran más de 40 kg de pesos vivo por cada grupo.

Para obtener el rendimiento de canal se realizó la siguiente ecuación del peso en canal caliente/ peso vivo al sacrificio x 100.

5.4.4 Medición de grasa dorsal y área de ojo de chuleta

Para obtener las medidas de grasa dorsal y área del ojo de chuleta, la medición se realizó después del sacrificio del animal, empleando una regla metálica graduada en milímetros, se hizo un corte entre el espacio intercostal de la T12ª y la T13ª hasta la línea media dorsal. Se tomaron dos medidas perpendiculares a partir de esta zona: diámetro mayor en sentido medio lateral y diámetro menor en sentido dorso ventral, esto de acuerdo a Robles, (2017).

Para medir el espesor de grasa dorsal se ubicó el límite del músculo *Longissimus dorsi* hasta el límite del tejido adiposo con la piel de acuerdo a lo propuesto por Cesa *et al.,* (2010)

5.4.5 Análisis Estadístico

En primera instancia se hizo una evaluación exploratoria sobre los datos de conversión alimenticia, GDP y rendimiento en canal, bajo un ANOVA multifactorial (Statgraphics versión 7), sin embargo, no se encontraron resultaron significativos (Cuadro 5). Por lo cual posteriormente para el indicador GDP se analizaron los resultados obtenidos bajo un arreglo factorial, en el modelo GLM, con un diseño completamente al azar empleando el programa SAS (2003)

De forma matricial el modelo fue el siguiente:

$$\boldsymbol{\gamma_{ij\mu} = \mu + traj + sexoj + trat \times sexo1j + b1(x_{1_}\overline{X_1}) + b_2(x_1 - \overline{X_2})2 + \varepsilon 1 j \mu}$$

$\boldsymbol{\gamma_{1j\mu=}}$ Una observación de la variable respuesta

μ= Media general que representa a la población

traj= Efecto fijo de i-esimo tratamiento

i=1.2

Sexoj= Efecto fijo de i-esimo sexo j=1.2

Trat x sexo1j= efecto fijo de la inteccion del i-esimo tratamiento x i-esimo sexo

$b_1(X_1-X)$= efecto fijo de la covariable peso inicial en forma lineal

$b_2(X_1-X_2t)$= efecto de la covariable por inicial en forma cuadrática

ε1jμ= efecto aleatorio asociado a cada observación

En cuanto a los indicadores obtenidos post mortem (rendimiento de la canal, grasa dorsal y área del ojo de la chuleta), se realizó un análisis descriptivo (media, DE), debido a la cantidad de animales sacrificados y como consecuencia la cantidad de datos.

VI. RESULTADOS

En cuanto a los indicadores analizados, no se encontraron diferencias significativas para la GDP ni para el rendimiento en canal en ambos tratamientos en el presente estudio (Cuadro, 5), sin embargo, se observaron diferencias significativas (P<0.05) para la conversión alimenticia, obteniendo 207 g para el grupo el 1,2 propanodiol.

Cuadro 5. Medias de mínimos cuadrados para los indicadores productivas en corderos Katahdin alimentados bajo dos fuentes energéticas distintas (GS, GP).

	GS		**GP**	
Indicadores Productivos	**$\bar{x}$**	**D.E.**	**$\bar{x}$**	**D.E.**
Conversión alimenticia (kg)	5.72	0.91	5.93 [a]	2.45
GDP (g)	316	0.04	314	0.09
Rendimiento en canal (%)	48.24	0.73	48.29	0.48

[a] Indica diferencia significativa (P<0.05) en la columna

El cuadro 3 muestra los resultados obtenidos del modelo lineal utilizado, demostrando un efecto del sexo del animal para la GDP (P <0.0001) de las hembras sobre los machos.

De igual manera el efecto de la interacción del tratamiento x el sexo presentó diferencias significativas (P <0.0001).

Cuadro 6. Interacción para ganancia diaria de peso (GDP), bajo el efecto tratamiento x sexo de corderos katahdin alimentados con dos fuentes energéticas distintas (GP, GS).

TX X SEXO	GDP (g)
GS X H	0.207±0.024*
GS X M	0.242±0.024*
GP X H	0.155±0.022*
GP X M	0.270±0.017*

GS: grasa de sobrepaso

GP: 1,2 propanodiol

*Indica diferencia significativa (P<0.0001)

Grasa dorsal y área del ojo de chuleta

Las medidas de la grasa dorsal *ante* y *post mortem* no presentaron diferencias significativas (P>0.05) en ambos tratamientos. Los promedios de los diámetros medidos en el ojo de chuleta no mostraron diferencias (P>0.05) tanto ante y post mortem.

Cuadro 7. Medidas post mortem para los diámetros del área de ojo de chuleta (Media± DE)

	Diámetro mayor (cm)	**Diámetro menor (cm)**
GS	5.7±0.707	3.05±0.495
GP	5.55±0.354	3.55±0.495

GS= grasa de sobrepaso

GP=1,2 propanodiol

VII. DISCUSIÓN

7.1 Ganancia diaria de peso

En cuanto a la GDP, los datos observados en el presente trabajo fueron superiores a los descritos por López, (2017) el cual estudió el efecto del propanodiol en diferentes porcentajes de inclusión, obteniendo ganancias de 244.99 a 266.92 g cuando incluyó del 0% al 1%, respectivamente. Otros autores indican diferencias como Pérez *et al*, (2011), donde reportan una menor diferencia de 74g de GDP en ovinos de pelo con una alimentación intensiva.

Al contrario, Gonzáles, (2018), obtuvo una ganancia de 358 g de peso estudiando el efecto del propionato de calcio en ovinos de finalización.

En el trabajo realizado se evaluó la interacción entre el sexo y el tratamiento, encontrando significancia. Se observa una mejor GDP para machos comparándolos con las hembras.

Existen diversos autores que han reportado el efecto del sexo sobre la GDP, Barajas *et al*., (2013); Blardony *et al* (2013); Macías *et al*., (2010). Dichos autores obtuvieron resultados similares a los del presente estudio, se observó que los machos obtuvieron mayor GDP en comparación de las hembras. Estos autores reportan que en la etapa posdestete el crecimiento diario de los machos supera significativamente al de las hembras, debido a que la deposición de la grasa es mayor en las hembras. Este efecto puede deberse a la producción de testosterona, hormona que actúa como promotor de crecimiento (Macedo & Arredondo, 2008).

Con respecto a los tratamientos los machos y hembras del grupo GS tuvieron una mejor GDP. Sin embargo, esta interacción no se encuentra reportada en la literatura.

7.2 Conversión Alimenticia

La Conversión alimenticia encontrada en el presente estudio (5.8 kg) fue superior a lo reportado por Macías *et al.,* (2010) en donde evaluaron el crecimiento de corderos Pelibuey puros y sus cruzas

con razas Dorper y Katahdin donde reportaron 6.3, 6.3 y 6.9 kg de conversión alimenticia respectivamente. Por otra parte, Velázquez (2017) obtuvo una CA de 5.76 y 6.67 kg al utilizar propionato de calcio y sodio en ovinos en finalización.

Por otro lado, Moreno, *et al*., (2012), obtuvo una CA de 5.41 para la raza Katahdin y de 7.18 kg para la raza Pelibuey. Esto puede indicar que el uso de aditivos energéticos en las dietas de borregos en crecimiento puede aumentar el peso vivo, ya que el uso de una menor cantidad de alimento puede ayudar a disminuir los costos de alimentación en un sistema ovino.

7.3 Rendimiento de la canal

El rendimiento en canal fue similar en ambos grupos del presente trabajo (48%), este resultado fue menor, respecto a lo publicado por Partida *et al*, (2013) donde señala que el rendimiento para la raza Katahdin debe de ser del 50%. Sin embargo, los resultados obtenidos coinciden con los reportados por Gómez *et al* (2017), quienes obtuvieron 48% de rendimiento en canal al evaluar el rendimiento de corderos de pelo, alimentados con diferentes proporciones de *Tithonia diversifolia* y *Pennisetum spp* y con Cantón *et al.,* (2019) quienes evaluaron la inclusión de concentrado y forraje en la dieta de corderos cruzados katahdin con pelibuey. Este resultado está ligeramente por debajo de lo reportado por Magaña *et al* (2015), en donde obtuvieron un 49%, al utilizar alimento comercial en la alimentación en jaulas elevadas.

7.3.1. Peso al sacrificio

El peso al sacrificio fue de 42.1 y 43.86 para GS y GP respectivamente, mostraron ser superiores a lo reportado por Macías *et al* (2010), que evaluaron el comportamiento productivo de corderos Pelibuey puro, Dorper x Pelibuey y Katahdin x Pelibuey, y obtuvieron 34.2, 39.9, 36.6 kg, respectivamente. Ortiz, (2009) observó el efecto de diferentes niveles de energía y proteína en corderos katahdin x pelibuey que obtuvieron pesos al sacrificio 43.42 kg hasta 46.60 kg, mostrando similitudes a lo encontrado en presente trabajo, aunque la duración del experimento fue mayor (84 días). Como ya se mencionó el peso al sacrifico afecta la mayoría de las características de la canal,

en donde los animales más pesados registran los mayores valores para la canal (Pérez Chávez, *et al*., 2019).

7.3.2 Peso en canal caliente

El peso en canal caliente promedio fue de 20.75 kg, resultado similar a otros autores tal como lo reportado por Zazueta (2016) y Magaña (2015) en las características de la canal en ovinos de pelo, (20.52 ± 0.7 kg y 20.2 ± 0.48 kg, respectivamente). Pérez *et al*, (2019) al usar alimento concentrado con 3 tipos de pasto obtuvo 21.08, 21.11, 21,24 kg, quienes también tuvieron pesos al sacrificio similares a los encontrados en este trabajo. Lucas *et al*., (2013) obtuvieron 22.8±2.71 kg promedio al evaluar en rendimiento en cortes de cordero Katahdin y su relación entre el peso de la canal.

7.3.3 Grasa dorsal

La grasa dorsal post mortem fue superior a lo descrito por Vázquez, *et al*., (2011) quienes obtuvieron un promedio de 4.62 mm evaluando el comportamiento productivo de la raza Katahdin con cuatro cruzas terminales, sin embargo, la cruza de Katahdin- charoláis obtuvo 6.33 ± 1.22 mm, dato concuerda con lo obtenido en este trabajo, lo que puede deberse a que los corderos Katahdin puros tienden a depositar mayor cantidad de grasa subcutánea.

De acuerdo a la NMX-FF-106-SCFI-2006, las canales obtenidas durante el experimento son clasificadas dentro de las categorías MÉXICO EXTRA (MEX EXT) Y MÉXICO 1 (MEX 1). Esta característica permiten señalar que las canales obtenidas bajo estos dos tratamientos pueden producir canales de buena calidad.

7.3.4 Área del ojo de chuleta

Al evaluar los resultados promedio de los diámetros mayor y menor del ojo de chuleta (5.625 y 3.3 cm) se encontró que estos resultados concuerdan con Partida *et al*., (2017) que obtuvieron 5.5 ±1.3 y 3.4±0.8 cm para ambos diámetros en el sistema intensivo, estos resultados son comparables por el tipo de sistema de producción empleado.

VIII. CONCLUSIONES

No se encontraron diferencias estadísticas en cuanto a los parámetros productivos en borregos Katahdin alimentados con cualquiera de las dos dietas. isoenergéticas adicionadas con grasa de sobrepaso y 1,2 propanodiol; sin embargo, el grupo GS tuvo una menor ganancia de peso respecto a la otra dieta, lo que significa una mejora económica respecto a la otra dieta.

Las dietas isoenergéticas usadas en este trabajo permiten obtener Canales de buena calidad acorde a lo marcado en la NMX-FF-106-SCFI-2006.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Angulo , J., Mahecha, L. & Olivera, M., 2005. *Producción y uso de grasas protegidas en alimentación de bovinos.* Medellin, Colombia: Fondo Editorial Biogénesis.

Arenas, F. A., Noguera, R. & Restrepo, L. F., 2010. Efecto de diferentes tipos de grasa en dietas para rumiantes sobre la cinética de degradación y fermentación de la materia seca in vitro. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias,* 23(1), pp. 55-64.

Arizala, J., Mahecha, L. & Olivera, M., s.f. *Producción y uso de grasas protegidas en alimentación de bovinos,* s.l.: Biogénesis.

Asenjo, B. y otros, s.f. *Composición tisular de corderos de raza ojalada. Efecto de la inclusión de grasas en la ración,* s.l.: s.n.

Barajas Cruz, R., Ortiz López, B., Álvarez García, J. & Romo Rubio, J., 2013. Influencia del sexo en la respuesta productiva de ovinos en engorda intensiva en condiciones comerciales. *La contribución del sector pecuario a la seguridad alimentaria en México,* pp. 554-557.

Barbieri, S., Crimella, C., Heinzl, E. & Luzi, F., 2001. Rol del propilenglicol: pruebas experimentales. *Lagomorpha,* Issue 115, pp. 46-51.

Blardony Ricardez, K. y otros, 2013. Ganancia de peso en corderos de pelo alimentados con una dieta integral de saccharina y un probiótico. *Ciencia de la frontera:revista de ciencia y tecnología de la UACJ,* 11(1), pp. 29-35.

Bobadilla, E. E. & Pera, M., 2018. *Evolución de la ovinocultura en México.* [En línea]
Available at: https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/323-numero-38/583-evolucion-de-la-ovinocultura-en-mexico.html
[Último acceso: 10 Octubre 2019].

Caceido, R. y otros, 2011. *Efectos de los Beta-Agonistas (Clembuterol), en las actividades fisiohepáticas y reproductivas en rumiantes.* [En línea]
Available at: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/39-

Efectos_de_betaagonistas.pdf
[Último acceso: 28 octubre 2019].

Caja, G. y otros, 2003. *Alternativas a los antibióticos de uso alimentario en rumiantes: probioticos, enzimas y ácidos orgánicos,* Barcelona, España: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal.

Campos, C. C. y otros, 2015. *Avances de la producción de pequeños rumiantes en el noroeste de México.* Primera ed. Ciudad Victoria(Tamaulipas): Universidad Autonoma de Tamaulipas.

Cantón, J. y otros, 2019. Características físicas de la carne de corderos katahdin con pelibuey alimentados con dietas a base de concentrado y forraje. En: W. Cetzal Ix, F. Casanova Lugo, A. Chay Canul & J. F. Martínez Puc, edits. *Agroecosistemas tropicales: conservación de recursos naturales y recursos naturales.* Primera ed. Chiná: Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chiná, Instituto Tecnológico de la Zona Maya, pp. 516-520.

Carrera, B., 2008. *La ovinocultura en México: Alternativa para los ovinocultores rurales?,* Ciudad Juárez: Avances.

Carrillo, J. y otros, 2016. Rendimiento productivo y calidad de la canal de becerros alimentados con un precursor glucogénico. *Abanico Veterinario,* 6(1), pp. 13-21.

Carro, M., Ranilla, M. & Tejido, M., 2006. Utilización de aditivos en la alimentación del ganado ovino y caprino. *Sitio Argentino de Producción Animal,* 7(3), pp. 26-37.

Castro, S. M., 2011. *Efecto del nivel de suplementación con propilenglicol durante el periodo de transición a la lactancia sobre actividad ovárica, salud uterina y desempeño reproductivo en vacas holstein,* Medellin, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Cavini, S., 2014. *El uso de aditivos zootécnicos en pequeños rumiantes en sistema intensivo y condiciones de campo,* Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona.

Cesa, A., Alvarez, M., Villa, M. & Villareal, E., 2010. *Protocolo de obtención y medición de imagenes de ojo de bife en pequeños rumiantes,* s.l.: Inta.

Chian Vásquez, B. A., 2018. *El Lasalocido sodico en la alimentación de ovinos Blackbelly,* Lima, Perú: Facutad de Zootecnia.

Chiofalo, V. y otros, 2005. Effect of propylene glycol on pre-and postpartum performance by dairy ewes. *Small Ruminant Research,* 58(2), p. 107114.

Church, D., Pond, K. & Pond, R., 2002. *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales.* segunda ed. Ciudad de México: UTEHA WILLEY.

Civit, D., Díaz, M., Rodríguez, E. & González, C., 2014. Características de la canal y efecto de la maduración sobre la calidad de la carne de ovejas de desvieje de raza Corriedale. *ITEA,* 110(2), pp. 160-170.

Corona, L., 2016. *El uso de subproductos y aditivos en la alimentación ovina,* s.l.: 8 Congreso Internacional del Borrego y la cabra.

Díaz Chirón, M. T., 2001. *Características de la canal y de la carne de corderos lechales manchegos. Correlaciones y ecuaciones de predicción,* Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid.

Domínguez, I. y otros, 2010. Los Beta-agonistas adrenérgicos como modificadores metabólicos y su efecto en la producción. calidad e inocuidad de la carne de bovinos y ovinos: una revisión. *Ciencia,* 16(3), pp. 278-284.

Duarte, J., Ramirez, G. & Castañeda, R., 2016. Grasa sobrepasante: aplicaciones y su proceso de obtencion para la alimentación de rumiantes en el trópico. *Revista Colombiana de Ciencia Animal,* 8(2), pp. 228-242.

Fernández, A., 2019. Uso de grasas protegidas en la alimentación de rumiantes. *Revista Veterinaria argentina,* 36(376), pp. 1-9.

FIRA, 2010. *Ovinocultura para pequeños y medianos productores en la Península de Yucatán,* Morelia: Nueva Epoca.

García , Y. & García , Y., 2015. Uso de aditivos en la alimentación animal: 50 años de experiencia en el Instituto de Ciencia Animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola,* 49(2), pp. 173-177.

GlobalSTD, 2019. *GlobalSTD.* [En línea]
Available at: https://www.globalstd.com/networks/blog/agonistas-beta-adrenergicos-en-la-industria-carnica
[Último acceso: 28 Octubre 2019].

Gómez- Gurrola, A. y otros, 2017. Rendimiento en canal de corderos de pelo, alimentados con diferentes proporciones de Tithonia diversifolia y Pennisetum spp.. *Abanico Veterinario,* 7(2), pp. 34-42.

González, F. & Bas, F., 2002. *Las grasa protegidas como fuente energética en la alimentación de vacas lecheras,* Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.

González, Y. F., 2018. *Efecto de adicion de propionato de calcio en la digestibilidad de ovinos en finalización,* Amecameca, Estado de Mexico: Facultad de Medicina Vetrinaria y Zootecnia.

Henry, J. & Vinazco, J., 2010. El metabolismo lipíco bovino y su relación con la dieta, condición corporal, estado productivo y patologías asociadas. *Biosalud,* 9(2), pp. 56-66.

Hernández, R. & Díaz, T., 2011. Las grasas sobrepasantes y su efecto sobre la actividad productiva y reproductiva en rumiantes. *Innovación y tecnología en la ganadería doble propósito,* Volumen 33, pp. 333-343.

Herrera, H., 2010. *Pecuarios.com.* [En línea]
Available at: https://www.porcicultura.com/destacado/Sustratos-Gluconeog%C3%A9nicos-y-energ%C3%ADa-en-la-nutrici%C3%B3n-porcina
[Último acceso: 02 noviembre 2019].

Hidalgo, U. y otros, 2018. Glicerol una alternativa para la alimentación de rumiantes. *Agroproductividad,* 11(5), pp. 124-129.

InfoAgro Sistems, s.f.. *InfoAgro Sistems.* [En línea]
Available at: https://www.infocarne.com/bovino/grasas.asp
[Último acceso: 24 Septiembre 2019].

Livas, F., 2015. *Efecto del sustrato gluconeogénico lipofeed y una levadura viva sobre el crecimiento de toretes suizo x cebú en el trópico seco,* Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Livas, F., Medeles, R. & García, R. E., 2019. *Comparación de 3 niveles del sustrato gluconeogénico lipofeed sobre las ganancias diarias de peso, consumo de materia seca y conversión alimenticia en ovinos estabulados en Tecamachalco, Puebla.* [En línea]
Available at: https://www.ganaderia.com/destacado/Comparacion-de-3-niveles-del-sustrato-gluconeogenico-lipofeed-sobre-las-ganancias-diarias-de-peso%2C-consumo-de-materia-seca-y-conversion-alimenticia-en-ovinos-estabulados-en-Tecamachalco%2C-Puebla
[Último acceso: 05 noviembre 2019].

López, A. H., 2017. *Efecto del 1,2- propanodiol sobre parámetros productivos, metabolitos sanguineos y actividad ruminal en ovinos de carne,* Aguascalientes: Universidad Autónoma de Aguacalientes.

López, C., 2015. *Efecto del clorhidrato de zilpaterol en las caracteristicas de la canal de ovinos de pelo finalizados en corral,* Temascaltepec, México: Centro Universitario UAEM Temascaltepec.

López, Y., Ojeda, F. & Molina, M., 2015. Efecto de la inclusión en la dieta del probiótico Sorbifauna sobre el crecimiento posdestete de ovinos estabulados. *Pastos y Forrajes,* 38(2), pp. 202-206.

Loya, J. L. y otros, 2019. La suplementación con DL- ácido málico mejora las características de la canal de borregos Pelibuey en finalización. *Revista mexicana de ciencias pecuarias,* 10(2), pp. 460-472.

Macedo, R. & Arredondo, V., 2008. Efecto del sexo, tipo de nacimienti y lactancia sobre el crecimiento de ovinos pelibuey en manejo intensivo. *Archivos de Zootecnia,* 57(218), pp. 219-228.

Macías Cruz, U. y otros, 2013. Crecimiento y características de canal en corderas tratadas con clohidrato de zilpaterol durante primavera y verano. *Revista mexicana de ciencias pecuarias,* 4(1), pp. 1-12.

Macias, U. y otros, 2010. Crecimiento y características de canal en corderos Pelibuey puros y cruzados F1 con razas Dorper y Katahdin en confinamiento. *Archivos de Medicina Veterinaria,* 42(3), pp. 147-154.

Magaña Monforte, J. y otros, 2015. Crecimiento y componentes de la canal de ovinos de pelo en jaulas elevadas. *Development,* Volumen 27, p. 6.

Martínez, A. y otros, 2010. Metabolismo de los lípidos en los rumiantes. *REDVET,* 11(8), pp. 1-21.

Mateos, G., Rebollar, P. & Medel, P., 1996. *Utilización de grasas y productos lipídicos en alimentación animal: grasas puras y mezclas,* Madrid, España: Memorias XII Curso de especialización FEDNA.

Michelis, D. & Sánchez, F. I., 2016. *Uso de monensina en dietas para caprinos,* s.l.: Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.

Molina, A., 2019. Probióticos y su mecanismo de acción en alimentacion animal. *Agronomía Mesoamericana,* 30(2), pp. 601-611.

Morelia, H. a. d., s.f. *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México.* [En línea]
Available at:
http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16053a.html
[Último acceso: 12 Agosto 2019].

Moreno Cáñez , E., Ortega García, C., Cáñez Carrasco, M. G. & Peñuñuri Molina, F., 2013. Evaluación del comportamiento posdestete en corral de futuros sementales ovinos de raza Katahdin y Pelibuey en Sonora. *Tecnociencia Chihuahua,* 7(1), pp. 7-15.

Moreno Cáñez, E., Ortega García , C., Cáñez Carrasco, M. G. & Peñúñuri Molina, F., 2013. Evaluación del comportamiento posdestete en corral de futuros sementales ovinos de raza Katahdin y Pelibuey en Sonora. *TECNOCIENCIA,* VII(1), pp. 7-16.

Nieto, R. y otros, 2010. Grasa de sobrepaso en ovejas con diferente espesor de grasa dorsal, respuesta hormonal y principales variables reproductivas. *Revista Cientifica,* XX(6), pp. 665-673.

Ortíz López, B., 2009. *Efecto del nivel de proteína y energia en la respuesta productiva y características de la canal de corderos katahdin x pelibuey,* Culiacan: Universidad Autónoma de Sinaloa.

Ortiz López, B., Estrada Angulo, A., Portillo Loera, J. J. & Ríos Rincón, F. G., 2010. *Efecto del nivel de proteína y energia en la respuesta productiva y características de la canal de corderos katahdin x pelibuey,* Culiacan: Universidad Autónoma de Sinaloa.

Partida de la Peña, J. A. y otros, 2017. Caracterización de la canales ovinas producidas en México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias,* 8(3), pp. 269-277.

Partida, J. A. y otros, 2013. *Producción de carne ovina,* Ajuchitlan, Qro.: Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiologia y Mejoramiento Animal.

Pérez Chávez, A. E. y otros, 2019. Características físicas de la carne de corderos katahdin con pelibuey alimentados a base de forraje y concentrado. *Agroproductividad,* 12(12), pp. 61-65.

Pérez , E. d. J. y otros, 2011. Parámetros productivos en ovinos de pelo en un sistema de alimentación intensiva en la región central de Chiapas. *Quehacer Cientifico en Chiapas,* 1(12), pp. 7-13.

Pilaguano Asimbaya, E. F., 2014. *Efecto de dos aditivos y jabón cálcico con melaza más urea, en el incremento de peso y condición corporal en vaconas de medoa Holstein Friesian,Tumbaco, Pichincha,* Quito, Ecuador: Facultad de Ciencias Agrícolas.

Proaño, F. y otros, 2015. Evaluación de tres métodos de saponificación de dos tipos de grasas como protección ante la degradación ruminal bovina. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola,* 49(1), pp. 35-39.

Quintero, A. D., Ortíz, M. & Salamanca, A., 2016. *Efceto de la grasa de sobrepaso sobre la ganancia de peso, intensidad y duración del celo en vacas sincronizadas con un protocolo Crestar, Venezuela,* Bogotá: Universidad Cooperativa de Colombia.

Ramírez, J. I., 2014. *Evalución de niveles crecientes de energía en la suplementación de novillos de engorde en pastoreo,* San Carlos, Costa Rica: Instituto Técnologico de Costa Rica.

Relling, A. E. & Mattioli, G. A., 2003. *Fisiologia y metabolica de los rumiantes.* Facultad de Ciencias Veterinarias ed. s.l.:s.n.

Robles, L. E., 2017. *Correlación entre parámetros ante mortem y caracteristicas de la canal en ovinos producidos en México,* Toluca: Maestria y Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Röder, M., s.f. *BTC Chemical Distribution.* [En línea]
Available at: https://www.btc-europe.com/es/-/solution-finder/industria/nutricion-animal/produccion-de-piensos/productos-varios-para-la-alimentacion-animal/12-propanodiol-para-alimentacion-animal/
[Último acceso: 03 noviembre 2019].

Romero, D. R., 2014. *Uso de grasas sobrepasantes sobre la producción y reproducción de vacas jersey en la Hacienda La Virginia,* Riobamba, Ecuador: Facultad de Ciencias Pecuarias.

Romero, L. M., 2016. *Evaluación del uso de propilenglicol en vacas holstein en el primer tercio de lactancia medida de peso, producción y composición de la leche,* Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador.

Ruiz de Huidobro, F., Miguel, E., Cañeque, V. & Velasco, S., 2005. *Clasificación y conformación de la canal ovina,* Madrid, España: s.n.

Salvador, A. y otros, 2009. Efecto de la alimentación con grasa sobrepasante sobre la producción y composición de leche de cabra en condiciones tropicales. *Zootecnia Tropical,* 27(3).

Secretaría de Economia, 21 de agosto de 2006. *Norma mexicana para la clasificación de carne ovina en canal. Productos pecuarios. NMX-FF-106-SCFI-2006,* México, D.F.: Diario Ofcial de la Federación.

SIAP, 2018. *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.* [En línea] Available at: https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/ [Último acceso: 11 Septiembre 2019].

Torrescano, G. R. y otros, 2009. Características de la canal y calidad de la carne de ovinos pelibuey, engordados en Hermosillo, Sonora. *Biotecnia,* 11(1), pp. 41-50.

Torrescano, G. R. y otros, 2009. Características de la canal y calidad de la carne de ovinos pelibuey, engordados en Hermosillo, Sonora. *Biotecnia,* 11(1), pp. 41-50.

Vázquez Soria, E. T., Partida de la Peña, J. A., Rubio Lozano, M. S. & Méndez, M. D., 2011. Comportamiento productivo y caracteristicas de la canal en corderos provenientes de la cruza de ovejas katahdin con machos de cuatro razas carnicas especializadas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias,* 2(3), pp. 247-258.

Vázquez, I. y otros, 2018. Estructura y Tipología de las Unidades de Producción Ovina en el Centro de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo,* 15(1), pp. 85-97.

Velazquez, L. A., 2017. *Efecto del propionato de calcio y sodio en la alimentación de ovinos en finalización,* Amecameca de Juárez: Universidad Autónoma del Estado de México.

Vicente Perez, R. y otros, 2018. *Efecto del clorhidrato de zilpaterol (Grofactor) sobre el comportamiento productivo y espesor de grasa dorsal en corderos finalizados en corral.* Primera ed. Morelia, Michoacán: Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo.

Zazueta Tiscareño, B. A., 2016. *Características, composición y calidad de la canal de ovinos de pelo en finalización intensiva,* Chihuahua, México: Facultad de Zootecnia y Ecologia.