



UAEM

Universidad Autónoma
del Estado de México

CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC

LICENCIATURA EN INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

**CARACTERISTICAS DE LA CANAL DE OVINOS DE PELO Y LANA
FINALIZADOS EN CORRAL, RECIBIENDO EN SU DIETA DOS TIPOS DE
GRANO CON DISTINTA DIGESTION RUMINAL**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**PRESENTA
EVA YOALTICITL PULIDO BARON**

**ASESOR DE TESIS
DR. ROLANDO ROJO RUBIO**

**COASESORA:
DRA. FRANCISCA AVILES NOVA**

Temascaltepec de González, México. marzo 2024

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	5
ÍNDICE DE CUADROS	6
RESUMEN.....	7
I.INTRODUCCIÓN.....	9
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	11
2.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA OVINOCULTURA EN MÉXICO	11
2.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN.....	12
2.2.1. <i>Explotación de rebaños para la producción de carne.....</i>	<i>13</i>
2.3. INVENTARIO NACIONAL.....	13
2.4. PRODUCCIÓN NACIONAL DE CARNE DE OVINO.....	15
2.5. IMPORTACION DE CARNE DE OVINO.....	17
2.6. CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL.....	18
2.7. FACTORES QUE DETERMINAN LAS CARACTERISTICAS DE LA CANAL	19
2.8. TIPO DE CANALES OVINAS PRODUCIDAS EN MÉXICO	20
2.9. EL MÚSCULO.....	22
2.9.1. <i>FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DESARROLLO MUSCULAR.....</i>	<i>24</i>
2.9.2. <i>PROCESO DE SÍNTESIS PROTEICA Y CRECIMIENTO DEL MÚSCULO</i>	<i>25</i>
2.9.3. <i>CONTROL DE LA HIPERTROFIA MUSCULAR</i>	<i>26</i>
2.10. CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL	28
2.11. FACTORES QUE DETERMINAN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL	29
2.11.1. <i>FACTOR GENÉTICO</i>	<i>29</i>

2.11.2. FACTOR NUTRICIONAL.....	30
2.11.3. FACTOR PESO AL SACRIFICIO, EDAD Y SEXO.....	32
III. JUSTIFICACIÓN	35
IV. HIPÓTESIS	36
V. OBJETIVOS.....	36
5.1. GENERAL.....	36
5.2. PARTICULARES	36
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	37
6.1. ANIMALES, MANEJO Y ALIMENTACIÓN.....	37
6.1.1 Alimentación	38
6.2. TRATAMIENTOS.....	38
6.3. CAPTURA DE DATOS.....	39
6.4. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL	40
6.4.1. Mediciones morfométricas de la canal	43
6.4.2. Conformación muscular de la canal (escala de 1 a 5).....	45
6.4.3. Grado de engrasamiento o terminación de la canal (escala de 1 a 5)	46
6.4.4. Grasa peri-renal (escala de 1 a 3).....	48
6.4.5. Área del ojo de chuleta (<i>Longissimus dorsi</i>).....	48
6.4.6. Obtención de los principales cortes de la canal	49
6.5. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	51
6.5.1. Modelo para características de la canal	52
6.5.2. Modelo para conformación de la canal, terminación de la canal y grasa peri-renal (variables cualitativas)	52
6.5.3. Modelo para los no-componentes de la canal.....	53

6.5.4. <i>Modelo para cortes de la canal</i>	53
6.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	54
VII RESULTADOS	55
7.1. PESO DE LOS ANIMALES AL INICIO Y FINAL DEL EXPERIMENTO	55
7.2. CONTENIDO DE GRASA EN RIÑONES, PERITONEO Y CORAZÓN	57
7.3. PH DE LA CANAL	58
VIII. DISCUSION	59
IX. CONCLUSIONES	61
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Inventario Nacional ovino en México (SIAP, 2021).	14
Figura 2. Participación por estado en la producción de carne en canal de ovinos (Ovis aries). México2, 2019.	15
Figura 3 Medidas Morfométricas	44
Figura 4 Conformación Muscular.....	46
Figura 5. Grado de Engrasamiento	47
Figura 6. Mediciones morfométricas de la canal (expresadas en cm)	49
Figura 7. Cortes de la canal (Tomado de INAC, S.F.).....	50

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales estados productores de carne de ovinos en canal en el 2019 -----	15
Cuadro 2. Características de la canal ovina producida en México -----	21
Cuadro 3. Mediciones morfométricas en canales ovinas (media \pm DE) procedentes de tres sistemas de producción en México (cm).-----	22
Cuadro 4. Ingredientes que integrarán los tratamientos experimentales. -----	40
Cuadro 5. Peso vivo inicial y final de ovinos de pelo y lana, recibiendo en su dieta dos tipos de grano con distinta tasa de digestión ruminal en el periodo de finalización en corral. -----	56
Cuadro 6. Rendimiento en canal de ovinos de pelo y lana, recibiendo en su dieta dos tipos de grano con distinta tasa de digestión ruminal en el periodo de finalización en corral. -----	56
Cuadro 7. Contenido de grasa de la canal de ovinos de pelo y lana, recibiendo en su dieta dos tipos de grano con distinta tasa de digestión ruminal en el periodo de finalización en corral. -----	58
Cuadro 8. pH de la canal de ovinos de pelo y lana, recibiendo en su dieta dos tipos de grano con distinta tasa de digestión ruminal en el periodo de finalización en corral. -----	59
Cuadro 9. Características de la canal de ovinos de pelo y lana, recibiendo en su dieta dos tipos de grano con distinta tasa de digestión ruminal en el periodo de finalización en corral. -----	60

RESUMEN

Se realizó una prueba de comportamiento dónde 24 corderos (12 de pelo y 12 de lana) con un peso inicial de 35.85 ± 3.3 kg, fueron alimentados con diferente porcentaje de maíz y sorgo en sus dieta finalizados en corrales individuales, con sombra, comederos y bebederos individuales; con el objetivo de que los animales, tuvieran en el mayor confort posible y así disminuir el error experimental asociado a la ejecución del experimento., con tres distintos tratamientos al azar, con el objetivo de evaluar las características de la canal, cortes primarios, vísceras verdes vacías y vísceras rojas. Los corderos fueron sometidos a un periodo de adaptación a la dieta basal durante quince días anteriores al inicio del experimento, en este periodo fueron desparasitados con 0.75 ml de Ivermectina, (SanFer®, México D.F.) y vitaminados 2.0 ml de Vigantol ADE, (Bayer®, México D.F.) por animal.

Al iniciar el experimento, los animales se pesaron de manera individual con la finalidad de formar 4 bloques de acuerdo a su grupo racial, asignando de manera paralela 3 tratamientos al azar dentro de cada grupo racial y peso, teniendo 4 repeticiones por tratamiento. Se observó que el peso de la canal caliente y peso de la canal fría mostraron un comportamiento lineal, el peso vivo antes del sacrificio fue mayor ($P < 0.03$) en los ovinos que consumieron la dieta que contenía maíz y sorgo en la dieta, en las otras dos dietas maíz o sorgo el peros fue menor. Este efecto se reflejó directamente en el peso de la canal caliente y rendimiento. No se encontró ($P > 0.05$) efecto de tratamiento o raza sobre el contenido de grasa en la canal, mientras que el rendimiento de la canal fue significativamente positivo. Se determinó

que el tratamiento o raza no afectaron los valores de pH de la canal a los 45 min o 24 h postmortem. Por lo que concluimos que los animales fueron transportados sin estrés y manejados bajo bienestar durante su faena.

Palabras clave: ovinos, sorgo, maíz, mejorar, características de la canal

I.INTRODUCCIÓN

La ovinocultura es una de las actividades pecuarias de suma importancia en México ya que en los últimos años ha tenido mayor crecimiento, existen 8, 708,246 cabezas de ganado ovino a nivel nacional, el estado de Puebla ocupa el 5° lugar con 847,109 cabezas (SIAP 2019). El mejoramiento genético es una herramienta excelente, pero la limitante en la ovinocultura nacional es el pobre desarrollo que ha tenido esta especie, rebaños muy pequeños y dispersos; además de ser un proceso que requiere de mucho tiempo.

En México la ovinocultura se desarrolla en diferentes tipos de sistemas productivos pero los más utilizados son los sistemas productivos intensivos y los sistemas productivos extensivos.

En 2021, en México se produjeron 127,289 t de ovinos en pie con un valor de \$4,707,486 y 65,844 ton de carne en canal de ovino con un valor de \$5,091,382 (SIAP 2021). La carne en canal (en adelante “la canal”) es el resultado del animal sacrificado después de eliminar piel, vísceras, cabeza, genitales y extremidades.

La evaluación de esta carne es importante para buscar nichos de mercado que demandan regularidad, calidad y uniformidad, y además incidir en la búsqueda de sistemas obligatorios de clasificación de canales y de trazabilidad precisa, como lo hacen los países industrializados (Partida et al. 2017).

La digestibilidad se define como la cantidad de alimento que desaparece en el tracto digestivo o en un procedimiento de laboratorio debido a su solubilización o ataque

por los microorganismos anaerobios ruminales. Mientras que, la degradabilidad se refiere a la cantidad de alimento que es descompuesto en los elementos que lo integran, mediante procesos biológicos o químicos (Navarro et al., 2011).

En el proceso digestivo los nutrientes pueden ser hidrolizados, fermentados y degradados por microorganismos ruminales, por lo que se han desarrollado diversos procesos en los granos (molido, rolado seco, hojuelado, reconstitución, enzimas, etc.) para reducir el tamaño de partícula e incrementar su digestión en rumiantes, permitiendo al animal aprovechar los productos finales (ácidos grasos y amoníaco principalmente), así como una parte de la proteína de la dieta (Hibberd et al., 1982; DePeters et al., 2003; Altamirano et al., 2004; Giraldo et al., 2007; Al-Rabadi et al., 2011).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA OVINOCULTURA EN MÉXICO

Los sistemas de producción de ovinos tradicionales compiten con grandes productores internacionales, debido a la política macroeconómica de apertura comercial vigente en México, y con la desventaja de estar produciendo en un contexto de políticas nacionales orientadas a la descentralización de las actividades de desarrollo, y al impulso de aquellos productores rurales con potencial competitivo; lo cual determina que el mercado y las políticas tengan impacto sobre la competitividad de este sector (Díaz- Sánchez et al, 2018).

La producción de ovinos tuvo una tasa de crecimiento media anual de 2.29% en el periodo de 1970 a 2018, siendo el centro de México donde se concentró la producción en 2017 aportó 38.7%, y el Estado de México participó del total de la producción con el 14.7% con 17 548 toneladas de ovinos en pie (^{SIAP, 2019}). El Estado de México es principal productor, acopiador, transformador, comercializador y consumidor de carne de ovino en barbacoa a nivel nacional (Bobadilla y Perea, 2018)

Cuellar *et al.* (2012), señala que el 70% de la ovinocultura nacional se encuentra en manos de personas de bajo poder adquisitivo. Del total de ovinocultores en México el 9.6% de ellos disponen de menos de 1 hectárea de superficie, el 46.6% tiene entre 1-5 hectáreas, el 14.1% tiene entre 6-10 hectáreas, el 18.9% dispone de entre 11-50 hectáreas y sólo el 10.8% cuenta con más de 50 hectáreas. Esto limita la

producción debido a la poca superficie para pastoreo, por lo que los costos de producción son elevados, obligando a la mayoría de los ovinocultores a pastorear en terrenos comunales. El 76% de los ovinocultores dicen que entre 1-20 hectáreas que disponen son de uso comunal.

Debido a que la mayoría de los ovinos son atendidos por niños y ancianos los sistemas de producción en México son poco rentables y no muy organizados ya que sólo el 35.7% de los ovinocultores realizan algún tipo de identificación y sólo el 20% realiza registros reproductivos (Cuellar *et al.*, 2012).

2.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

En México, se tienen registradas alrededor de 53,000 unidades de producción ovina, que están distribuidas aproximadamente de la siguiente forma: 53% en el centro, 24% en el sur-sureste y 23% en el norte. La ovinocultura de carne se desarrolla bajo un esquema de tipo regional, en la zona central se producen carne y pieles con razas de lana como Suffolk, Hampshire, Rambouillet y Dorset y de pelo (Katahdin, Dorper y Pelibuey), la región sur-sureste se orienta principalmente a la producción de carne con razas de pelo (Pelibuey, Blackbelly, Katahdin y Dorper) y produce un poco de lana para uso artesanal con animales criollos en Oaxaca y Chiapas, y la zona norte ahora se dedica a la producción de carne, no obstante fue la principal proveedora de lana en épocas pasadas, por lo que aún se mantiene una población de animales de la raza Rambouillet, pero más recientemente se han introducido razas de pelo como Pelibuey, Katahdin y Dorper (Cuellar *et al.*, 2012).

En cuanto a la genética, el 51% de los ovinocultores cuentan con raza criolla al no tener definido un objetivo de producción; el 34.5% cuenta con cruzas de Pelibuey, Katahdin, Dorper y Blackbelly; en cuanto a las razas de lana, el 13% cuenta con Suffolk y el 5% con Hampshire. El 53% de los ovinocultores ven la cría de ovinos como un sistema de ahorro y autoconsumo (Cuellar *et al.*, 2012).

2.2.1. Explotación de rebaños para la producción de carne

El objetivo a perseguir en este tipo de rebaños es la obtención del máximo número de corderos por oveja y año, manteniendo a su vez un coste mínimo en la alimentación de las madres. Los corderos a producir deben presentar una alta velocidad de crecimiento, una buena conformación carnicera y un estado de engrasamiento lo más bajo posible.

2.3. INVENTARIO NACIONAL

En los inicios del siglo pasado, cuando se fraccionaron las grandes superficies de pastoreo, transformándolas en áreas de cultivo, así como por la atomización de los rebaños ovinos, se afectó en gran medida a la producción y productividad nacional, marginándola a los sectores más pobres de la población, orientados básicamente a explotaciones de subsistencia. Sin embargo, en la actualidad la población ovina ha tenido un crecimiento importante (Cuellar *et al.*, 2012).

Según el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP (2021) la población nacional ovina fue de 3,206,221 millones cabezas, cabe destacar que el

Estado de México y Hidalgo participaron con el mayor porcentaje de la población nacional. En la figura 1, se muestra como está distribuida la población nacional en cada estado.

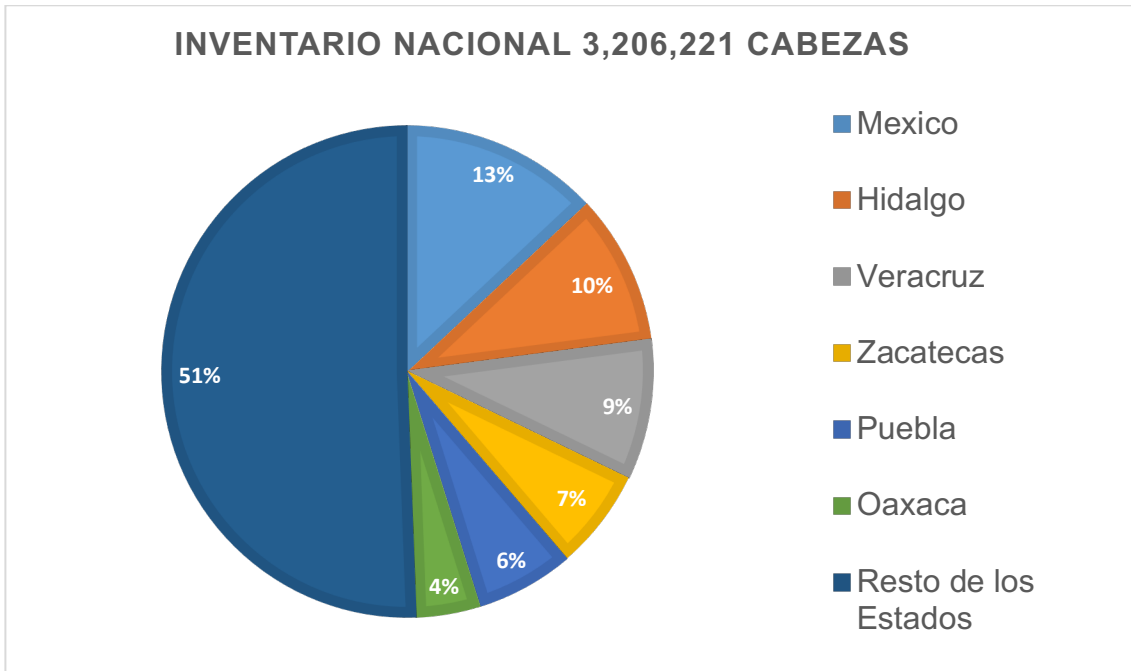


Figura 1 Inventario Nacional ovino en México (SIAP, 2021).

Cuadro 1. Principales estados productores de carne de ovinos en canal en el 2019

Estados	Toneladas
Estado de Mexico	9289
Hidalgo	6770
Veracruz	5425
Zacatecas	4279
Jalisco	4536
Puebla	4401

(Bobadilla-Soto, 2019)



Figura 2. Participación por estado en la producción de carne en canal de ovinos (*Ovis aries*). México2, 2019.

2.4. PRODUCCIÓN NACIONAL DE CARNE DE OVINO.

La producción ovina ocupa uno de los últimos lugares de la producción pecuaria a nivel nacional, pero no por eso deja de ser importante. En la zona centro del país

donde existe la mayor concentración poblacional de ovinos representa un alto valor al constituir un aporte económico importante al campesino de escasos recursos (Cuellar *et al.*, 2012).

La Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero FND (2015) menciona que la producción de ovino (carne y lana) genera el 0.9% del valor total del subsector pecuario. En el año 2013 se obtuvieron por este concepto 3,000 mdp, de los que el 99% correspondió a producción de carne en canal y el 1% por concepto de lana sucia. Para 2014 se estima que se obtuvieron poco más de 3,100 mdp.

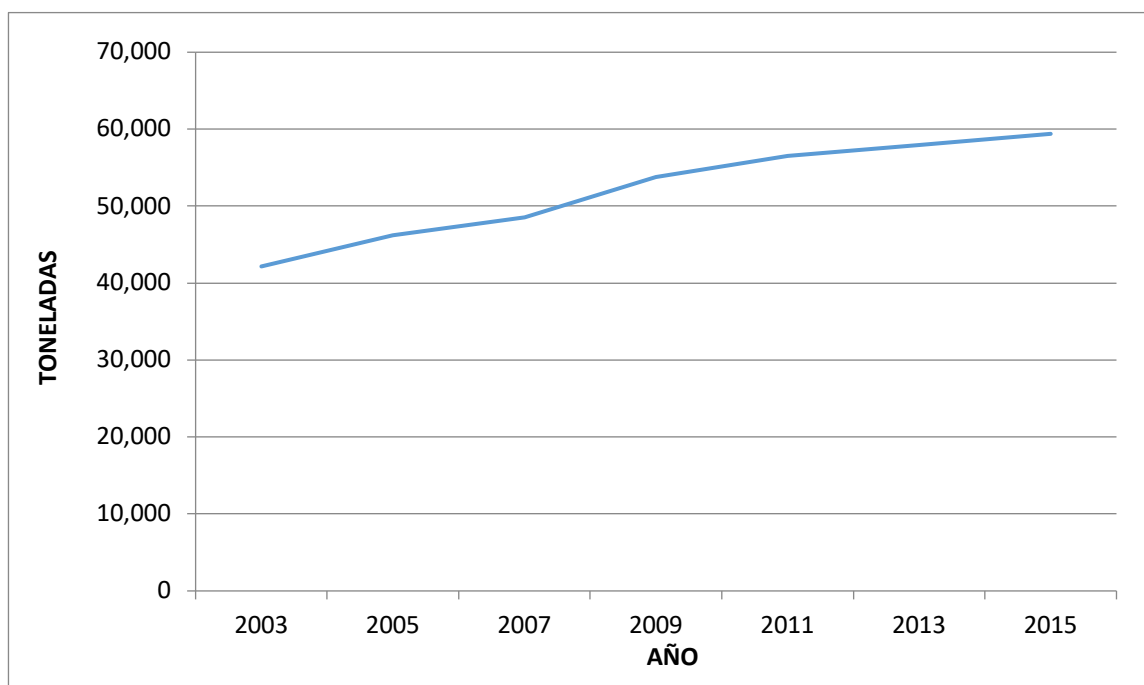
En el país la población ovina creció en el periodo de 2006-2015 un 19.53 %, teniendo en la actualidad 8, 710 781 millones de cabezas (SIAP, 2015). Las importaciones de ovinos son principalmente para abasto y en el año 2014 alcanzaron las 23 mil cabezas con un valor de 3 mdd. Las exportaciones de carne de ovino no son significativas, mientras que las importaciones han descendido fuertemente en los últimos diez años, a un ritmo de casi 15% anual. Para 2014 llegaron a poco más de 11 mil toneladas con un valor de 52 mdd (FDN, 2015). En la figura 2 se muestra la producción nacional de carne ovina.

SIAP (2015), reporta un total de animales sacrificados de 2, 978, 060, con un total de 59, 419 toneladas de carne en canal, las cuales representaron un valor económico de 3, 664, 343, 000 pesos. Por otra parte, la venta de lana tiene un poco de importancia ya que en ese mismo año hubo una producción de 4 975 toneladas, con un valor económico de 22, 737, 000 pesos.

Según datos de la OCDE-FAO (2016), la producción nacional en el 2016 fue de 59 mil toneladas, y el consumo nacional de 75 mil toneladas. Por lo que México importa anualmente 16 mil toneladas de carne, la producción nacional sólo cubriría el 78.6 % del consumo nacional.

2.5. IMPORTACION DE CARNE DE OVINO.

Las importaciones en carne congelada que hace nuestro país, provienen de Australia y Nueva Zelanda (89%), Estados Unidos (9%) y Chile (2%), mientras que el ganado en pie proviene de Estados Unidos (92%), Canadá (2%) y Australia (6%). Aunque recientemente, la introducción de ganado en pie de Estados Unidos se ha restringido debido a problemas sanitarios (UNO, 2016).



Grafica 1. Producción nacional de carne ovina (SIAP, 2015).

2.6. CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL

Colomer y Rocher (1973), define como calidad de canal al conjunto de características cuantitativas y cualitativas, cuya importancia relativa confiere a la canal una máxima aceptación y un mayor precio frente a los consumidores o frente a la demanda del mercado. Bianchi *et al.* (2009), menciona que dentro de estas características se encuentran:

- Peso de la canal.
- Rendimiento de la canal.
- Conformación.
- Terminación de la canal.
- Longitud de la canal.
- Longitud de la pierna.
- Perímetro de la pierna.
- Area del *Longissimus dorsi*
- Grasa subcutánea.
- Compacidad de la canal.
- Compacidad de la pierna.
- Ancho mayor y menor del tórax.
- Conformación de la canal.
- Terminación de la canal.

Algunas de estas variables pueden ser determinadas objetivamente y algunas otras subjetivamente.

Dentro de las características vinculadas a la calidad de la canal, el peso resulta de suma importancia, pues incide directamente en los demás componentes de la calidad de la canal. El rendimiento de la canal resulta como un criterio de calidad un indicador valioso. La conformación de la canal pretende medir la cantidad de carne comercial, especialmente la correspondiente a cortes más valiosos, a través de mediciones objetivas: compacidad de la canal, compacidad de la pierna, forma de músculo *Longissimus dorsi* (profundidad/ancho) y subjetivas (apreciación visual con ayuda o no de patrones fotográficos) (Bianchi *et al.*, 2009). Cuando se comparan canales de igual peso y engrasamiento pero con distinto grado de conformación, los canales con mejor grado de conformación tienen mayor cantidad de contenido magro, por su relación elevada de músculo/hueso (Buxadé, s.f.).

2.7. FACTORES QUE DETERMINAN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL

Las características de la canal están influenciadas por múltiples factores intrínsecos y extrínsecos, estos pueden influir tanto positivamente como negativamente. Entre los factores dependientes del animal se encuentran: raza, sexo, edad, peso al sacrificio y otras cuestiones de manejo al que han sido sometidos en la explotación: ejercicio, condiciones ambientales, sistema de producción y alimentación; aunque las características de la canal pueden ser manipuladas con el empleo de agentes

repartidores de los cuales aumentan la cantidad de musculo a la vez que disminuye su contenido de grasa. El último factor es el relacionado con el proceso de sacrificio-conversión a carne (transporte, sacrificio, refrigeración y maduración), este es de vital importancia ya que de este depende que el producto que ha sido producido con mucho esmero mantenga sus cualidades. (Torescano *et al.*, 2009).

2.8. TIPO DE CANALES OVINAS PRODUCIDAS EN MÉXICO

Con las intenciones de conocer las características de las canales ovinas producidas en México, Partida *et al.*, (2017) realizó un muestreo en 14 entidades federativas del país de las cuales destacan los estados de la zona centro, al tener la mayor participación de la producción nacional, en total fueron sacrificados 1,000 animales de diferentes razas tanto puras como sistemas de cruzamiento, pesos, sexos y sistemas de producción. Del total de los animales sacrificados para medir las características de la canal el 82.2 % fueron machos enteros y el 17.8 % fueron hembras. En total se identificaron 53 genotipos, de los cuales fueron 42 tipos cruzamientos diversos y 11 líneas puras. Los datos obtenidos por este autor se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Características de la canal ovina producida en México

Variable	Sistema de producción					
	Extensivo		Semiintensivo		Intensivo	
	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos
Peso matanza, kg	34.8±9.7 ^d	37.8±7.7 ^c	42.1±4.7 ^b	43.9±6.6 ^a	41.0±5.0 ^b	44.9±5.8 ^a
Peso canal fría, kg	19.0±5.7 ^c	20.1±5.7 ^b	17.4±1.4 ^d	20.6±3.1 ^b	22.6±3.3 ^a	22.8±3.3 ^a
R*.canal fría, %	54.1±6.7 ^a	53.0±7.0 ^b	42.1±4.6 ^d	47.0±4.5 ^c	55.1±4.1 ^a	50.9±4.3 ^a
Conformación	3.3±0.9 ^a	3.5±0.9 ^c	4.6±0.5 ^b	6.4±1.2 ^a	5.2±1.4 ^b	6.6±1.4 ^a
Clasificación	3.2±0.5	3.0±0.6	2.0±0.0	1.8±0.5	2.1±0.7	1.7±0.7
pH (24h)	5.3±0.2	5.4±0.2	5.6±0.2	5.5±0.2	5.5±0.2	5.2±0.2
EGS, mm	2.7±1.0	2.4±1.7	3.5±1.0	3.0±1.2	3.1±1.0	3.2±1.6
Dimensiones del músculo <i>Longissimus dorsi</i> :						
Área, cm ²	9.0±2.2 ^d	10.3±2.3 ^c	12.0±1.8 ^b	14.0±2.6 ^a	14.9±2.9 ^a	15.6±3.6 ^a
Diámetro mayor, cm	4.0±0.1 ^c	4.0±0.0 ^c	5.4±0.3 ^b	5.5±0.5 ^b	6.4±0.4 ^a	5.5±1.3 ^b
Diámetro menor, cm	2.8±0.3 ^c	2.8±0.0 ^c	2.8±0.3 ^c	3.0±0.5 ^b	3.5±0.4 ^a	3.4±0.8 ^a

R*= Rendimiento, EGS= espesor de la grasa subcutánea sobre el músculo *L. dorsi*. Clasificación de acuerdo con la Norma NMX-FF-106-SCFI-2006. 1= MEX EXT; 2= MEX 1; 3= MEX 2; 4= Fuera de clasificación. Conformación: 9 = Excelente (+), 8 = Excelente, 7 = Excelente (-); 6 = Buena (+), 5 = Buena, 4 = Buena (-); 3 = Deficiente (+), 2 = Deficiente y 1 = Deficiente (-). ^{abcd} Letras distintas en el mismo parámetro indican diferencia (P<0.05). (Partida *et al.*, (2017))

Cuadro 3. Mediciones morfométricas en canales ovinas (media \pm DE) procedentes de tres sistemas de producción en México (cm).

Variable	Sistema de producción					
	Extensivo		Semiintensivo		Intensivo	
	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos
Longitud canal	58.7 \pm 3.4 ^d	60.8 \pm 1.9 ^c	69.1 \pm 2.4 ^a	62.0 \pm 2.6 ^c	64.0 \pm 2.6 ^b	64.2 \pm 7.2 ^b
Longitud pierna	37.5 \pm 8.0 ^a	31.1 \pm 1.9 ^b	37.3 \pm 2.6 ^a	31.3 \pm 6.6 ^b	38.1 \pm 4.9 ^a	36.5 \pm 9.4 ^a
Perímetro grupa	59.5 \pm 5.2 ^b	57.0 \pm 9.1 ^c	61.2 \pm 2.0 ^b	66.9 \pm 6.5 ^a	64.7 \pm 3.4 ^a	64.7 \pm 6.6 ^a
Ancho grupa	19.9 \pm 2.7	21.7 \pm 2.4	19.0 \pm 0.1	21.4 \pm 2.6	20.4 \pm 2.1	21.1 \pm 2.2
A. mayor tórax	22.5 \pm 2.8	21.7 \pm 2.2	22.1 \pm 2.4	22.9 \pm 2.5	23.7 \pm 2.6	24.4 \pm 2.9
A. menor tórax	18.3 \pm 0.4	17.7 \pm 1.7	16.0 \pm 1.5	16.9 \pm 2.4	18.1 \pm 2.3	18.0 \pm 2.0

Partida *et al.*, (2017).

Partida *et al.* (2017), menciona que a pesar de que en promedio las características de las canales son buenas, existe una gran variabilidad entre los distintos datos de cada variable, debido a grandes diferencias genotípicas, sexo y peso al sacrificio lo cual puede traer problemas al sector cuando se piensa en cambiar a un mercado formal, por lo que se debería redirigir la producción de manera que se puedan tener canales más uniformes.

2.9. EL MÚSCULO

El cuerpo del animal está formado por tres principales tipos de músculos, clasificados de esta manera por sus diferentes características.

Músculo esquelético. Se reconocen por las características de estriación o patrón de bandas de sus fibras musculares, por el hecho de que sus células son multinucleadas con los núcleos localizados periféricamente bajo la membrana, llamada sarcolema. Las fibras tienen aproximadamente 50 μ de diámetro transversal y son muy largas de 1-4 mm, pero generalmente las fibras no recorren la totalidad del músculo. Este tipo de músculo comprende alrededor del 40% de peso muscular y es el principal componente de la carne.

Músculo liso. Sus fibras musculares son largas, en forma de huso, gruesas en el centro y en los extremos aguzados. La longitud media de las fibras lisas es de 0.2 mm con un espesor de 6 μ . Las fibras son homogéneas y carecen de las bandas alternas claras y oscuras características del músculo estriado. Este tipo de músculo ayuda a mantener el equilibrio fisiológico interno, se encuentra en áreas como vísceras, vasos sanguíneos y linfáticos y la piel.

Músculo cardíaco. Sus fibras musculares están formadas por miofibrillas semejantes a las del músculo esquelético. El sarcoplasma es abundante y tiene más mitocondrias que el músculo esquelético (Price y Schweigert, 1994).

El músculo está compuesto por tres estratos: epimisio, perimisio y endomisio, el epimisio es la parte externa del músculo, a partir de la cara interna del epimisio surgen tabiques constituidos por tejido conectivo denso, que divide al músculo en haces musculares y fascículos, estos tabiques son denominados perimisio. Finalmente, la célula muscular está rodeada por tejido conectivo laxo y en menor proporción denso, estas láminas son el endomisio. Cada fibra muscular está

constituida por una lámina basal de colágeno y glicoproteínas, entre las fibras musculares y la lámina basal se encuentran las células satélite encargadas del crecimiento muscular y reparación de las fibras musculares dañadas (Bianchi *et al.*, 2009).

Las células satélite son parte fundamental en el crecimiento postnatal, la hipertrofia (fusión con la fibra muscular para incrementar la dotación de mionúcleos), reparación y regeneración del músculo esquelético. Las células satélite se encuentran entre la lámina basal y el sarcolema debido a que su función se relaciona íntimamente con las necesidades de la fibra muscular a la que se asocia (Luque *et al.*, 2011 citado en Agüera 2017).

La fibra muscular no es una célula sino la fusión sincitial de muchas células, la mayor parte del citoplasma contiene miofibrillas que corren longitudinalmente a lo largo de la célula. Las fibras musculares esqueléticas son ricas en retículo endoplasmático (sarcoplasmico) liso y mitocondrial, distribuido entre las miofibrillas. La fibra muscular contiene muchos núcleos y mitocondrias (sarcosomas). La existencia de muchos nucleótidos se explica porque el origen embriológico de cada fibra muscular, que surge de la fusión de numerosas células precursoras denominadas mioblastos (Lawrie, 1998).

2.9.1. FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DESARROLLO MUSCULAR

El crecimiento animal es un proceso complejo y altamente especializado, determinado genéticamente; regulado por factores endocrinos, ambientales y

nutricionales, que puede ser alterado de manera exógena con fines productivos (Errecalde *et al.*, 2003). Existen varias herramientas que permiten mejorar el comportamiento productivo de los animales entre los cuales se encuentran control de la reproducción y el control del crecimiento mediante hormonas y tranquilizantes.

2.9.2. PROCESO DE SÍNTESIS PROTEICA Y CRECIMIENTO DEL MÚSCULO

1. Síntesis de aquellas moléculas proteicas complejas que son específicas del tejido y la secreción de sus componentes los aminoácidos.
2. Alineamiento preciso de las proteínas específicas dentro del peculiar elemento estructural del músculo (fibras musculares).
3. Diferenciación y desarrollo de las fibras, según el tipo de músculo y función.

Las hormonas aceleran el crecimiento de los tejidos de manera directa o indirecta, su mecanismo de acción generalmente es ejercido sobre las proteínas enzimáticas que controlan la velocidad de las reacciones químicas. Los genes de los cromosomas del núcleo celular son los responsables de sintetizar las enzimas encargadas de la construcción de proteínas. Un gen controla la síntesis de la estructura específica de una o parte de una proteína enzimática, también ejecuta la síntesis necesaria para su auto replicación, asegurando de este modo la perpetuidad de su propia estructura. La síntesis de proteína está dictaminada por el ADN pero el lugar donde son formadas las proteínas son en el citoplasma, el encargado de llevar el mensaje del núcleo a células del citoplasma es el ARNm, se sabe que la mayoría de las hormonas naturales como las administradas

exógenamente tienen su efecto sobre el crecimiento muscular al regular la velocidad de biosíntesis proteica al controlar la síntesis de ARNm (Lawrie, 1998).

2.9.3. CONTROL DE LA HIPERTROFIA MUSCULAR

Después de la etapa postnatal el incremento muscular es producto de la hipertrofia muscular y no de la hiperplasia, ya que el número de fibras musculares no cambian después del nacimiento. El aumento de diámetro de la fibra muscular es el resultado de un balance positivo entre la síntesis y degradación de proteína muscular (Lawrie, 1998).

El crecimiento muscular puede ser inducido al incrementar la expresión del factor de crecimiento I de la insulina y a un incremento en la insulina la cual incrementa el metabolismo de la glucosa, transporte de aminoácidos y síntesis de proteínas. Han sido empleados diferentes fármacos para incrementar la masa muscular de los animales destinados a consumo humano. Los anabólicos promotores del crecimiento causan hipertrofia muscular, el modo de acción difieren entre los diferentes compuestos. La testosterona actúa por medio de proliferación de las células satélite, además de aumentar tanto la síntesis como degradación de proteína muscular, siendo más grande la síntesis, por lo contrario, la trenbolona aumenta la acción del factor de crecimiento I de la insulina el cual estimula las células satélite, a la vez que disminuye la degradación de la proteína. El estradiol incrementa la concentración de la hormona del crecimiento (Cronje, 2000).

El tratamiento con β -AA (beta agonistas adrenérgicos) causa hipertrofia muscular por una vía distinta a la estimulación de las células satélite. Esto se demuestra con iguales concentraciones de ADN ($\mu\text{g/g}$) de proteína respecto al testigo. El mecanismo de estos fármacos se basa en aumentar la capacidad de la transcripción proteica al estimular el ARNm y a una disminución de la degradación de la proteína; en dos sistemas que regulan la degradación de las proteínas ambos dependientes lisosomales, el sistema autofagia (Captasinas) y el sistema calpaínas (donde intervienen tres componentes, dos tienen efecto proteolítico en concentraciones de calcio micromolar y milimolar, μ -calpaína y m-calpaína respectivamente, y una tercera la calpastatina que tiene un efecto inhibitor, los β_2 -AA (beta agonistas adrenérgicos específicos de los receptores β_2) aumentan la actividad de esta última (Cronje, 2000).

La fibra muscular esquelética está formada por cientos de núcleos (mionúcleos) que gobiernan determinados territorios intracelulares, concepto denominado “unidad de ADN”; para que una fibra muscular incremente su tamaño es necesaria la incorporación de nuevas unidades de ADN o mionúcleos. Dado que estos no pueden dividirse, el suministro de los nuevos mionúcleos es realizado por las células satélite. De esta manera se incrementa la capacidad para la síntesis proteica y el aumento de diámetro de la fibra (Blaauw y Reggiani 2014, citado en Agüera 2017). Sin embargo la hipertrofia no puede lograrse únicamente por un incremento de mionúcleos, sino que también a un incremento en la capacidad de transcripción proteica de los mionúcleos ya existentes (McCarthy *et al.* 2011, citado en Agüera 2017), esta última vía es estimulada por los β_2 -AA.

2.10. CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL

Colomer y Rocher (1973), define como calidad de canal al conjunto de características cuantitativas y cualitativas, cuya importancia relativa confiere a la canal una máxima aceptación y un mayor precio frente a los consumidores o frente a la demanda del mercado. Bianchi *et al.* (2009), Menciona que dentro de estas características se encuentran el peso de la canal, rendimiento de la canal, conformación, terminación de la canal, longitud de la canal, longitud de la pierna, perímetro de la pierna, área del *Longissimus dorsi*, grasa subcutánea, compacidad de la canal, compacidad de la pierna, ancho mayor y menor del tórax, conformación de la canal y terminación de la canal. Algunas de estas variables pueden ser determinadas objetivamente y algunas otras subjetivamente.

Dentro de las características vinculadas a la calidad de la canal, el peso resulta de suma importancia, pues incide directamente en los demás componentes de la calidad de la canal. El rendimiento de la canal resulta como un criterio de calidad un indicador valioso. La conformación de la canal pretende medir la cantidad de carne comercial, especialmente la correspondiente a cortes más valiosos, a través de mediciones objetivas: compacidad de la canal, compacidad de la pierna, forma de músculo *Longissimus dorsi* (profundidad/ancho) y subjetivas (apreciación visual con ayuda o no de patrones fotográficos) (Bianchi *et al.*, 2009). Cuando se comparan canales de igual peso y engrasamiento pero con distinto grado de conformación, las canales con mejor grado de conformación tienen mayor cantidad de contenido magro, por su relación elevada de músculo/hueso (Buxadé, s.f.).

2.11. FACTORES QUE DETERMINAN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL

Las características de la canal están influenciadas por múltiples factores intrínsecos y extrínsecos, estos pueden influir tanto positivamente como negativamente. Entre los factores dependientes del animal se encuentran: raza, sexo, edad, peso al sacrificio y otras cuestiones de manejo al que han sido sometidos en la explotación: ejercicio, condiciones medioambientales, sistema de producción y alimentación; aunque las características de la canal pueden ser manipuladas con el empleo de agentes repartidores los cuales aumentan la cantidad de músculo a la vez que disminuyen su contenido de grasa. El último factor es el relacionado con el proceso de sacrificio-conversión a carne (transporte, sacrificio, refrigeración y maduración), este es de vital importancia ya que de este depende que el producto que ha sido producido con mucho esmero mantenga sus cualidades (Torescano *et al.*, 2009).

2.11.1. FACTOR GENÉTICO

La conformación de la canal mejora con el incremento de peso de la canal y grado de engrasamiento, pero para grados de engrasamiento semejantes y con un mismo peso de la canal, dependerá esencialmente del genotipo, por lo tanto, el factor genético tiene un impacto importante sobre la conformación de la canal (Buxadé, s.f.).

Hablando en términos generales las razas pequeñas engrasan más rápido en comparación con las razas grandes. La cantidad de grasa es más alta en ovinos de lana mejorados como Suffolk y Hampshire (Torescano *et al.*, 2009). Con respecto

al grupo racial, las cruces de sementales Dorper, Katahdin con hembras Pelibuey producen corderos de mayor crecimiento que Pelibuey puro, aunque no siempre se observa mayor rendimiento de la canal. Con el objetivo de medir el impacto del tipo racial sobre las características de la canal Magaña *et al.* (2015), en un experimento usando tres tipos raciales de animales Katahdin, Katahdin x Pelibuey y Katahdin X Dorper, encontraron que no existen diferencias para el rendimiento de la canal y sus diferentes cortes ($P > 0.05$), únicamente encuentra diferencias en ganancia de peso para el cruzamiento Katahdin X Dorper ($P < 0.05$).

En contraparte Vásquez *et al.* (2011), al utilizar como línea materna la raza Katahdin y cruzarla con diferentes razas cárnicas Charollais, Dorper, Suffolk y Texel, con una edad al sacrificio de 137 días y peso vivo de 46.61 kg , 39.75 kg, 36.07 kg, 33.24 kg respectivamente, encuentra los siguientes resultados; los cruzamientos de Charollais, Dorper, Suffolk fueron superiores a Texel respecto a clasificación (MEX EXT vs MEX 1), la conformación de la canal (Excellent vs Good) y lo mismo para el rendimiento de la canal ($P < 0.05$), área de *Longissimus dorsi* ($P < 0.05$), en cuanto a la grasa subcutánea el cruzamiento con Charollais mostró el nivel más alto ($P < 0.05$). Esto determina que la raza tiene un efecto importante sobre la conformación de la canal, además de que las razas precoces como el Charollais depositan grasa a una edad más corta.

2.11.2. FACTOR NUTRICIONAL

Un incremento en el consumo de proteína por encima de las recomendaciones mejora la síntesis de proteína muscular siempre y cuando haya un nivel adecuado

de energía. Eso mejora tanto la síntesis como la degradación de proteína siendo más importante la síntesis y por lo tanto sucede el crecimiento muscular (Cronje, 2000).

Shahrbabak *et al.* (2009), realizó un experimento donde prueba tres niveles de proteína 10.93 (19.86 g DPU/kg MS, 12.67 (26.47 g DUP/kg MS) y 14.49 (33.08 g DUP/kg MS) y con un mismo nivel energético 10.5 MJ EM/kg MS, reporta diferencias significativas en el rendimiento de la canal ($P < 0.05$), el rendimiento de la canal para los diferentes niveles de proteína mencionados anteriormente fue de 47.61, 53.01 y 53.07 respectivamente, el nivel de proteína no modifico el nivel de grasa visceral ($P > 0.05$); el área del *Longissimus dorsi* no tuvo diferencias significativas ($P > 0.05$). Concluyendo que al aumentar el nivel de proteína mejora el rendimiento de la canal de los corderos, el costo por alimentación al aumentar el nivel de proteína permanece constante ($P > 0.05$) y recomienda que el aumentar el nivel de proteína en la ración mejora el rendimiento de la canal, pero no aumenta el rendimiento de los principales cortes ovinos.

En cuanto a la calidad de la carne los corderos alimentados con cereales se relacionan con una elevada instauración de grasa intramuscular debido al elevado contenido en ácidos grasos omega-6. En animales cebados en pastoreo contiene una cantidad más elevada de α -ácido linolénico, precursor de la serie de ácidos grasos omega-3. Que se ve reflejada en su mayor contenido a nivel muscular. Los componentes aromáticos que se desarrollan son diferentes debido a la concentración de ácidos grasos y esto incide directamente en la percepción del

aroma, lo cual explica que los consumidores prefieran cierto tipo de aroma. Los ácidos grasos con un mayor de dobles enlaces desarrollan una mayor cantidad de componentes aromáticos tras la acción de las temperaturas al cocinado que incide en una mayor intensidad de olor y sabor (Bianchi *et al.*, 2009).

2.11.3. FACTOR PESO AL SACRIFICIO, EDAD Y SEXO

El peso de la canal está relacionado con la composición tisular de la canal, la composición química y la composición anatómica. Cuando el peso de la canal aumenta, la composición tisular: peso del músculo, hueso y grasa aumentan en valor absoluto. No siendo así para el valor relativo ya que, en este caso, la proporción de grasa aumenta, la del hueso disminuye y la del músculo permanece casi constante (Buxadé, s.f.).

Respecto a la composición química los componentes químicos aumentan en valor absoluto, no ocurriendo lo mismo para el valor relativo, ya que el porcentaje de proteínas y cenizas permanece casi constante y el de los lípidos aumenta y el porcentaje de agua disminuye. Sin embargo, cuando se elimina el exceso de grasa los demás componentes químicos permanecen constantes.

El sexo modifica ciertos componentes de la canal, el costillar al ser pieza de madurez tardía se desarrolla más rápido en machos que en las hembras, por lo contrario, las partes de madurez precoz: espalda y pierna, se desarrollan antes en hembras que en machos. En conclusión, a medida que aumente la edad del animal y el peso de la canal los porcentajes de espalda y pierna disminuyen en ambos

sexos, pero esta reducción es mayor en las hembras que en los machos. Contrariamente el porcentaje del costillar aumenta conforme el peso de la canal aumenta, y aumenta más en las hembras que en los machos (Buxadé, s.f.).

Dentro de estos parámetros el factor que más afecta a las características de la canal es la edad. Independientemente de la especie, raza y sexo, la composición de los músculos varía al avanzar la edad, existiendo un aumento general de la mayoría de los parámetros, aunque las velocidades de incremento en manera alguna son idénticas en todos los músculos. El gran aumento de grasa intramuscular y el contenido de mioglobina, el menor incremento de nitrógeno total y sarcoplasmático y la reducción de la humedad con la edad son evidentes (Bianchi *et al.*, 2009).

Los animales jóvenes y con menor peso, tienen los mejores valores de ternura independientemente de la raza, músculo y maduración. Esto es debido a que con la edad aumentan las concentraciones de colágeno en el epimisio, este incremento perjudica la ternura haciendo la carne más dura (Torescano *et al.*, 2009).

Existe un coeficiente alométrico que predice el crecimiento relativo respecto al peso total de la canal de los ovinos, de sus componentes tisulares músculo, hueso y grasa, este es de 0.976, 0.678 y 1.594 respectivamente; lo cual indica que al aumentar la edad del animal y consecuentemente el peso de la canal, la síntesis de grasa será superior a la síntesis de músculo, teniendo impacto negativo en las características de la canal (Tulloh 1963 citado en Buxadé s.f.).

El tejido adiposo está constituido por cuatro tipos de grasa: grasa interna (pélvica y peri-renal), intermuscular, subcutánea e intramuscular, con diferentes ritmos proporcionales de deposición, más temprano la grasa intermuscular y más tarde la intramuscular, presentando las grasas internas y subcutánea ritmos intermedios. A pesar de la importancia de la grasa intramuscular, desde el punto de vista sensorial, está demostrado que una mayor cantidad de grasa de cobertura- además de estar asociado con una mejor conformación de la canal protege a las fibras musculares del acortamiento por el frío y de las pérdidas durante la conservación (Bianchi *et al.*, 2009).

El contenido lipídico es importante, aunque lo es más el tipo de grasas, saturadas e insaturadas (mono y poliinsaturadas) y su relación, así como el contenido de colesterol constituyen las principales características a contemplar dentro de lo que a calidad de grasa se refiere. El departamento británico de salud recomienda una composición rica en ácidos grasos polinsaturados y pobre en ácidos saturados, con una relación PUFA/SFA >0.4 y omega-6/omega-3 <4 (Bianchi *et al.*, 2009).

III. JUSTIFICACIÓN

La ovinocultura en México ocupa uno de los últimos lugares de los sistemas de producción, sin embargo, no deja de ser importante; por lo que es necesario implementar técnicas que mejoren la producción de carne ovina. Según el modelo planteado por Baldwin y Black (1979), existen tres puntos importantes que interactúan y determinan el crecimiento muscular 1) Factor genético, 2) Factor nutricional y ambiental y 3) Actividad enzimática necesaria para la síntesis de proteína muscular. Tomando como referencia estos puntos para incrementar la producción cárnica en México, considerando que el mejoramiento genético en México no ha sido importante los últimos años, a corto plazo lo ideal es concentrarse en estrategias que optimicen los últimos 2 puntos para incrementar la producción nacional.

IV. HIPÓTESIS

La inclusión de Sorgo y Maíz como granos de distinta digestión ruminal en la dieta, tendrá un efecto positivo en los parámetros productivos y en el rendimiento de la canal de los ovinos de pelo y lana.

V. OBJETIVOS

5.1. GENERAL

Evaluar el efecto de la inclusión de sorgo y maíz sobre variables productivas y características de la canal en ovinos en finalización.

5.2. PARTICULARES

- Determinar el efecto de la inclusión del maíz y sorgo en la dieta de los ovinos de pelo y lana en finalización sobre el peso vivo final.
- Determinar el efecto de la inclusión del maíz y sorgo en la dieta de los ovinos de pelo y lana en finalización sobre el rendimiento de la canal
- Determinar el efecto de la inclusión del maíz y sorgo en la dieta de los ovinos de pelo y lana en finalización sobre el pH de la carne.
- Determinar el efecto de la inclusión del maíz y sorgo en la dieta de los ovinos de pelo y lana en finalización sobre las medidas morfométricas de los cortes comerciables.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el municipio de Temascaltepec de González, Estado de México; en el área metabólica de la posta zootécnica del Centro Universitario UAEM Temascaltepec.

Este lugar se encuentra ubicado en las coordenadas 100°02' longitud oeste y 19°03' de latitud norte. A una altura de 1,740 metros sobre el nivel del mar. Con un clima templado subhúmedo y una temperatura media anual de entre los 18 °C y 22 °C. La precipitación pluvial anual de 800-1,600 milímetros (INEGI, 2009).

6.1. ANIMALES, MANEJO Y ALIMENTACIÓN

Se utilizaron 24 corderos (12 de lana y 12 de pelo), con una media de peso vivo de 35.85 ± 3.3 kg y con una edad aproximada de 5 meses. Los animales fueron alojados en corraletas individuales, provistas de sombra, comederos y bebederos individuales; esto con la finalidad de que los animales, tengan en el mayor confort posible y disminuir el error experimental asociado a la ejecución del experimento. Los corderos fueron adaptados a las corraletas individuales y dieta basal quince días antes de iniciar el experimento, periodo en el cual serán desparasitados con 0.75 ml de Ivermectina, (SanFer®, México D.F.) y vitaminados 2.0 ml de Vigantol ADE, (Bayer®, México D.F.) por animal. Al inicio del experimento, los corderos fueron pesados individualmente, estratificados de acuerdo a su peso formando 4 bloques por grupo racial (bloqueo del efecto asociado al peso y grupo racial); de

esta manera se asignaron los 3 tratamientos al azar dentro de cada grupo racial y peso, teniendo 4 repeticiones por tratamiento.

6.1.1 Alimentación

Los ingredientes y la composición química de la dieta se muestran en el cuadro x, la dieta fue ofrecida en tres frecuencias de alimentación (6, 14 y 22 h), el porcentaje de alimento ofrecido en cada frecuencia fue 30 %, 30 % y 40 % respectivamente, con la finalidad de tener fermentación homogénea a través del día y así evitar trastornos metabólicos y variaciones fuertes en el consumo de alimento. Antes de iniciar el periodo de experimentación los animales fueron adaptados a la dieta por un periodo de 15 días ofreciendo el 3% de su peso vivo; al iniciar la prueba experimental y para que los animales alcancen su consumo voluntario, la cantidad de alimento ofrecido será el resultado del consumo del día anterior más un 15%. Los animales recibirán los tratamientos experimentales por 45 días.

6.2. TRATAMIENTOS

Para el estudio se utilizaron 4 tratamientos.

- Tratamiento 1. Maíz molido como fuentes de energía en la dieta (45% de inclusión base seca)
- Tratamiento 2. Maíz y sorgo molidos como fuentes de energía en la dieta (22.5 % grano de maíz y 22.5% grano de sorgo)

- Tratamiento 3. Sorgo molido como fuente de energía en la dieta (45% de inclusión base seca)

6.3. CAPTURA DE DATOS

Todos los días y de manera individual se calculó el consumo de alimento (alimento ofrecido- alimento rechazado) y también el alimento ofrecido (alimento consumido del día anterior x 1.15). Los animales se pesaron semanalmente para monitorear la ganancia de peso. Los datos fueron registrados en bitácoras y almacenados en una hoja de cálculo de Excel.

Cuadro 4. Ingredientes que integrarán los tratamientos experimentales.

Ingredientes (% MS)	Tratamientos		
	Maíz	Sorgo: Maíz	Sorgo
Mazorca molida	11.0	13.0	13.0
Sorgo molido	0.0	22.5	45.0
Maíz molido	45.0	22.5	0.0
Heno de alfalfa	10.4	10.0	11.5
Rastrojo de maíz	12.0	8.5	7.0
Pasta de soya	7.5	8.0	8.0
Melaza	8.0	9.4	9.4
Urea	2.0	2.0	2.0
Premezcla mineral ^a	2.0	2.0	2.0
Levadura	0.5	0.5	0.5
Bicarbonato de sodio	0.6	0.6	0.6
Secuestrante de toxinas	1.0	1.0	1.0

¹energía metabolizable (mega calorías/ kg materia seca); ²fibra detergente neutro; ³fibra detergente ácido; ^aCa 270 g, P 30 g, Mg 7.5 g, Na 65.5 g, Cl 100 g, K 0.5 g, S 42 mg, lasolacida 2000 mg, Mn 2000 mg, Fe 978 mg, Zn 3000 mg, Se 20 mg, Co 15 mg, Vitamina A 35, 000 UI, Vitamina D 150, 000 UI y Vitamina E 150 UI.

6.4. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL

Una vez concluida la prueba de comportamiento productivo de 45 días. Los animales fueron transportados según la Norma Oficial Mexicana NOM-051-ZOO-1995: trato humanitario de los animales durante la movilización; la movilización comenzó a las 18 horas a un taller de matanza ubicado en el municipio de Capulhuac, Estado de México, para el sacrificio y evaluación de las canales; donde

los animales fueron alojados en un sólo corral donde tuvieron acceso a agua limpia. Los animales fueron sacrificados al día siguiente a las 9:00 horas, siguiendo la Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995: sacrificio de los animales domésticos y salvajes.

Con el objetivo de dar seguimiento a cada cordero y su respectivo tratamiento, durante la toma de peso antes del transporte, este fue identificado con su correspondiente número, con marcas temporales en el lomo del animal utilizando pintura en spray. Los corderos fueron pesados antes de ser movilizados, a la llegada al centro de matanza y momentos antes de ser sacrificados, esto con el objetivo de obtener la pérdida de peso por transporte, por ayuno y rendimiento de la canal.

Antes del sacrificio los ovinos fueron sometidos a una revisión para verificar su estado de salud. Se siguieron todas las normas y procedimientos de un taller de carnes para la transformación de la materia prima en productos elaborados, que comprende el proceso de preparación de la canal y vísceras usadas en la producción de barbacoa (NOM-009-Z00-1994). Para el sacrificio al animal se le provocó la inconsciencia por medios eléctricos en el cráneo. Una vez que el animal estuvo inconsciente se procedió al degüelle, procediéndose a separar la cabeza en la articulación occipitoalantoidea; los miembros anteriores y posteriores fueron separados en la articulación carpo-metacarpiana y tarso-metatarsiana respectivamente.

La piel del ovino fue separada haciendo una incisión en la línea media, y enseguida se realizó un amarre del recto con el fin de evitar la contaminación de la canal; a

continuación, se hizo una incisión sobre la línea media para abrir la cavidad abdominal y exponer las vísceras verdes (vísceras del tubo gastrointestinal). Posteriormente, se retiró el diafragma para la extracción de las vísceras rojas.

Durante el proceso de sacrificio se dio seguimiento a cada cordero, una vez que se obtuvo la canal fue identificada por medio de una cinta adhesiva colocada en la articulación tarso-metatarsiana con el número de cordero. También fueron medidas, identificadas y registradas en bitácoras el peso de los no-componentes de la canal (sangre, cabeza, patas anteriores y posteriores, cabeza, vísceras verdes vacías, vísceras rojas y salea).

Una vez obtenida la canal, esta fue pesada con el objetivo de determinar el peso de la canal caliente. Después las canales fueron oreadas y refrigeradas a 4 °C por 24 horas, transcurrido este tiempo se realizó la evaluación de las características de la canal.

La evaluación de las características de la canal se realizó de acuerdo a la Norma Oficial Española para Ovinos (Colomer-Rocher *et al.*, 1984 y Delfa *et al.*, 1995). Para la determinación de terminación de la canal, conformación y grasa peri-renal se utilizaron patrones fotográficos.

1. Peso de la canal caliente. El peso de la canal caliente fue obtenido inmediatamente después de haber terminado el proceso de evisceración.
2. Peso de la canal fría. Este dato se obtuvo 24 horas después del sacrificio y tras el mismo periodo de refrigeración a 4 °C.

3. Rendimiento de la canal. Se calculó dividiendo el peso de la canal fría / peso vivo al sacrificio x 100.

6.4.1. Mediciones morfométricas de la canal

1. Longitud de la canal. Se midió la distancia máxima entre el borde anterior de la sínfisis isquiopubiana y el borde anterior de la primera costilla en su punto medio.
2. Longitud de la pierna. Distancia entre el punto más caudal del periné y el punto más distal del borde medial de la superficie articular tarso-metatarsiana.
3. Perímetro de la pierna. Fue obtenida con una cinta métrica de tela graduada en centímetros, tomando el punto más ancho de la pierna.
4. Ancho de la grupa. Se midió con un compás calibrado en cm a nivel de los trocánteres de ambos fémures.
5. Ancho mayor de tórax. Se midió con un compás de ramas calibrado en cm, aproximadamente entre la 5ª y 7ª costillas; fue medido con una cinta metálica graduada en cm.
6. Ancho menor de tórax. Se midió con un compás de ramas graduado en cm a nivel de la 6ª vértebra torácica.

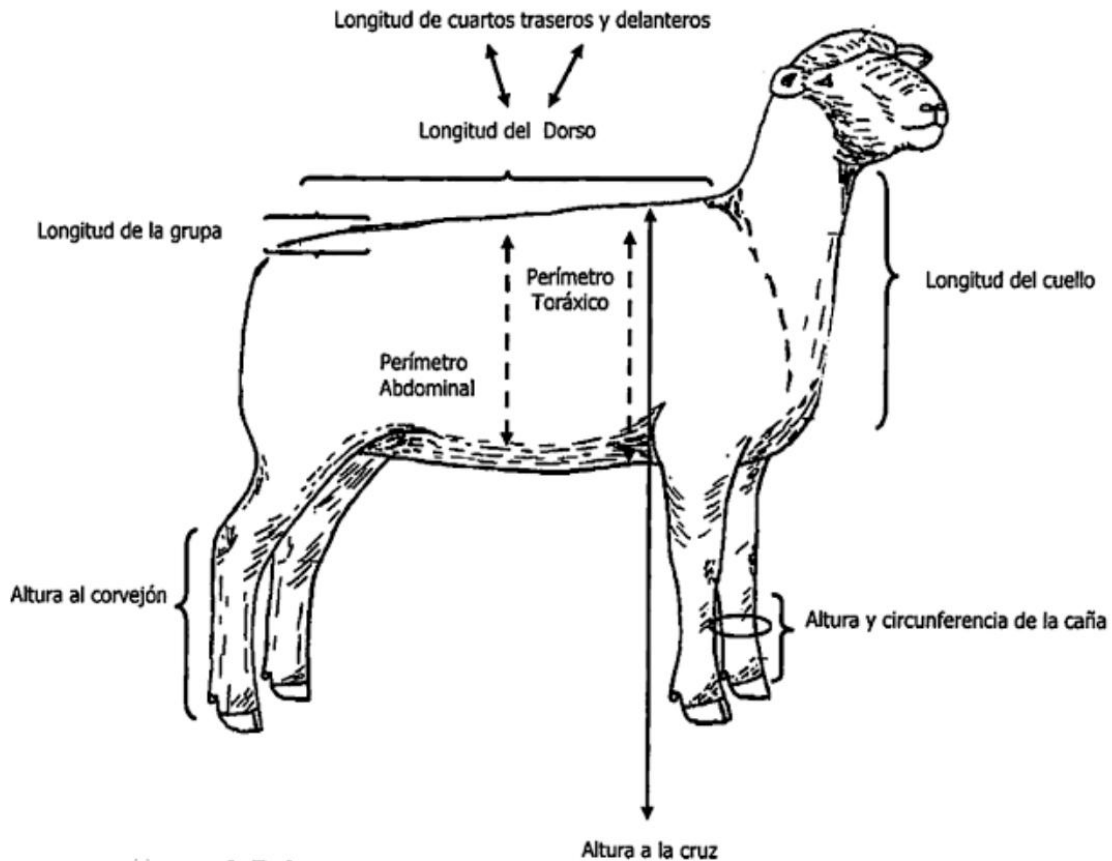


Figura 3 Medidas Morfométricas .

7. Punto GR (grasa subcutánea). Es un método objetivo para la medición de la grasa. Se realiza a nivel del dorso de la canal a 11 cm de la línea media y a la altura de la 12a costilla, medida con un calibre de penetración. En este sitio se mide el espesor de todos los tejidos subyacentes, el cual está relacionado con el contenido de grasa de toda la canal. Los valores normales se encuentran entre 5-7 mm para canales de 10-14 kg y 8-14 mm para canales de 20-30 kg.

6.4.2. Conformación muscular de la canal (escala de 1 a 5)

1. Conformación pobre. Canales con desarrollo muscular netamente deficiente. El tronco y las extremidades anteriores y posteriores son relativamente largos con relación a la longitud de la canal.
2. Conformación normal. Desarrollo muscular aceptable. La canal parece medianamente compacta, las superficies corporales, aunque llenas están bien delimitadas por contornos débilmente redondeados. Estas canales, aunque longilíneas tienen armonía en la proporción de sus regiones anatómicas.
3. Conformación buena. Canales con desarrollo muscular manifiesto. En las regiones pelviana y torácica, las masas musculares, aunque desarrolladas no alcanzan su máxima expresión. La armonía general de sus regiones anatómicas es buena.
4. Conformación muy buena. Canales muy armoniosas en proporción de sus regiones anatómicas. Presentan un desarrollo muscular importante en cada una de ellas; las canales aparecen cortas, anchas y redondas.
5. Conformación excelente. Este tipo de canales es excepcional. Las canales a nivel de la cintura pelviana y torácica presentan una hipertrofia muscular marcada; las masas musculares son muy prominentes y redondeadas.

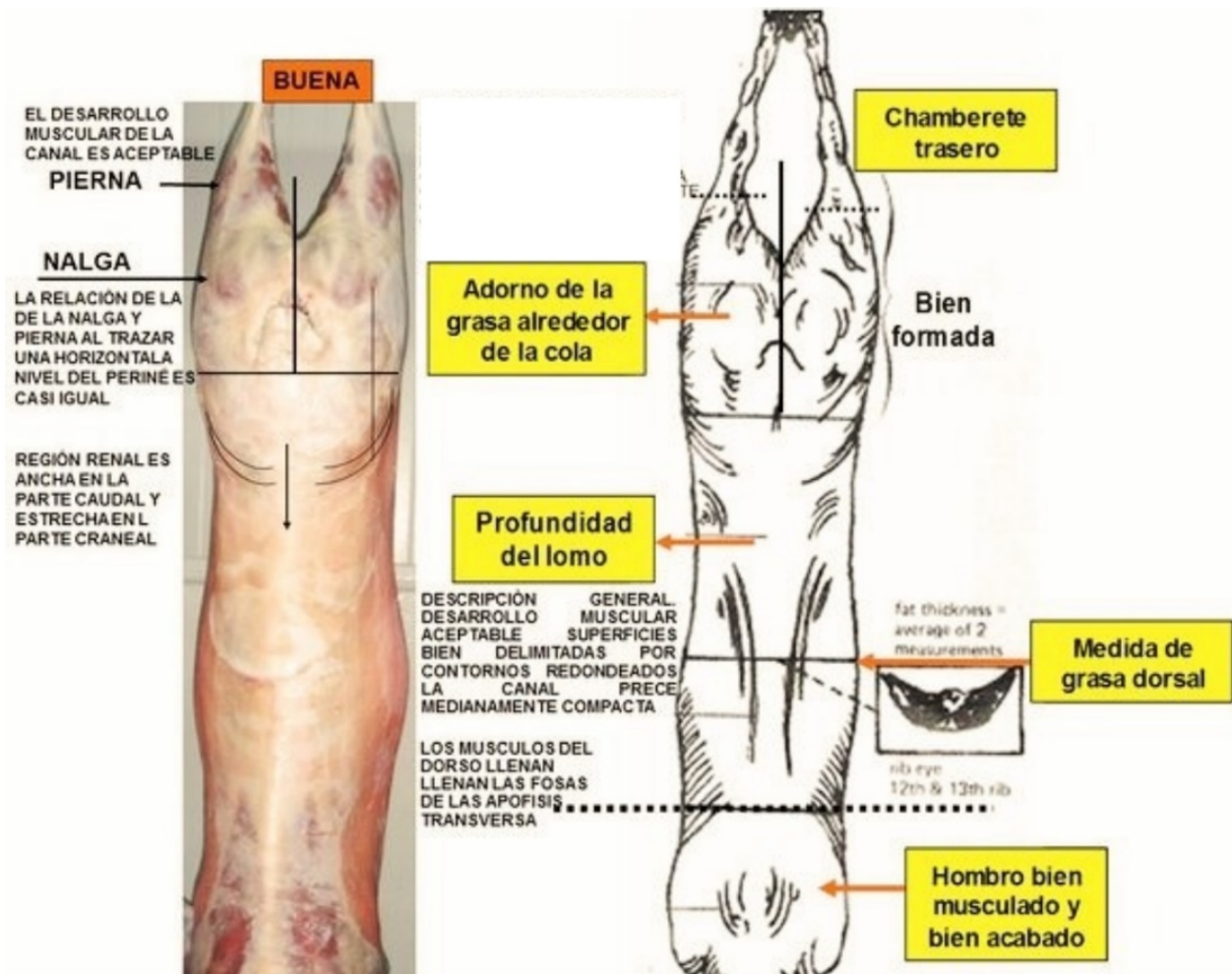


Figura 4 Conformación Muscular

6.4.3. Grado de engrasamiento o terminación de la canal (escala de 1 a 5)

1. Canal muy magra. Los músculos de esta canal son muy visibles; los límites intermusculares externos presentan vetas finas de grasa que los delimitan.
2. Canal magra. La canal está cubierta por una película de grasa fina que deja aparecer parcialmente los músculos subyacentes.

3. Canal medianamente grasa. La cobertura grasa de la canal se acentúa de modo que la canal presenta cúmulos grasos en algunas regiones anatómicas.
4. Canal grasa. Una capa de grasa cubre la canal, pero es menos espesa sobre los miembros posteriores, donde algunos músculos son visibles hacia la parte distal de las extremidades.
5. Canal muy grasa. Un manto de grasa espeso envuelve a la canal y forma acúmulos importantes en diferentes niveles de las regiones anatómicas.

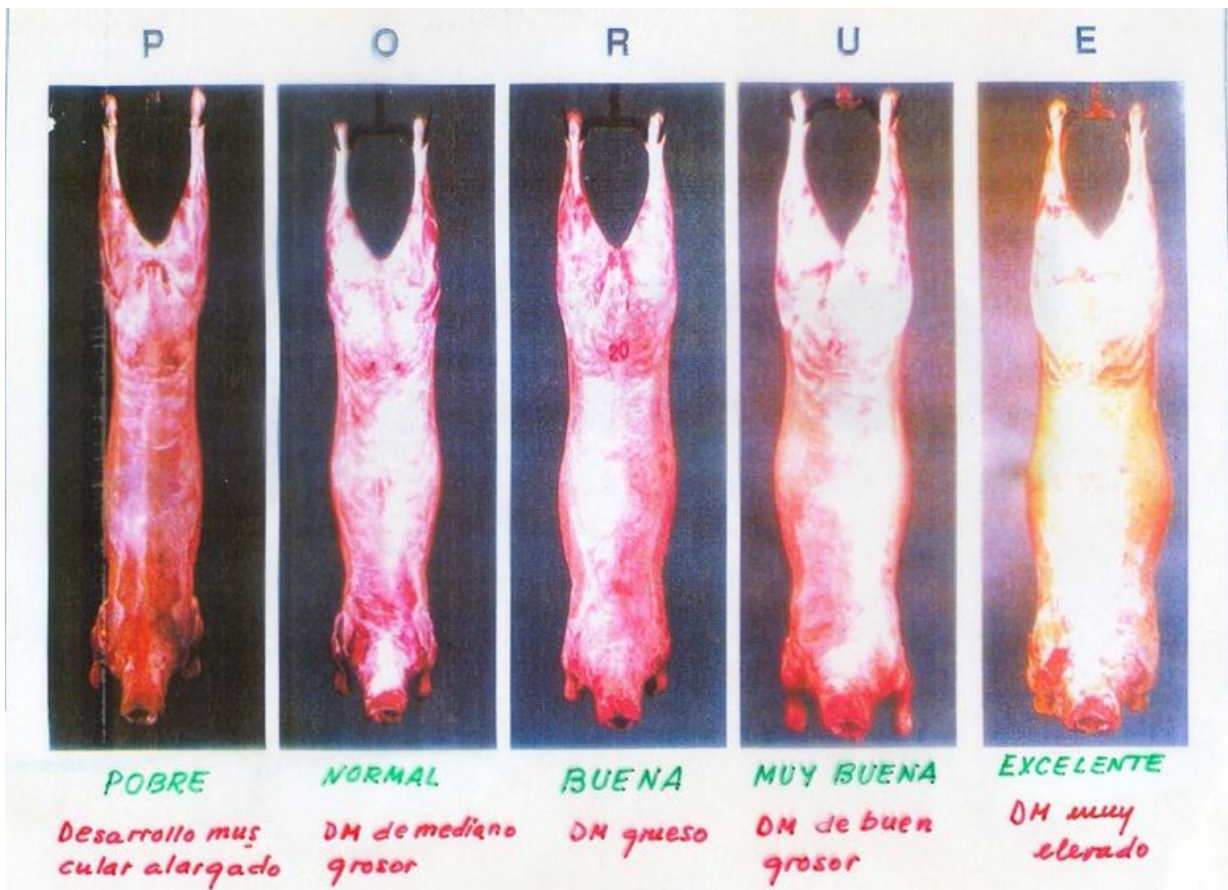


Figura 5. Grado de Engrasamiento

6.4.4. Grasa peri-renal (escala de 1 a 3)

1. Riñones descubiertos.
2. Riñones con presencia importante de grasa.
3. Riñones cubiertos totalmente de grasa.

6.4.5. Área del ojo de chuleta (*Longissimus dorsi*).

Fue medida en la 13a costilla, para esto se utilizó una plantilla cuadrículada propuesta por la Ames, Iowa Cooperative Extension Service, Iowa State University of Science and Technology, November, 1998. As-235. Una vez realizado la incisión, se colocó la platilla sobre la chuleta, cada 20 puntos equivalen a una pulgada cuadrada, a ésta se le calcula su raíz cuadrada y el valor resultante se multiplica por 2.54, que son los centímetros que comprende una pulgada lineal; finalmente el resultado se elevó al cuadrado para obtener los cm².

Los datos obtenidos durante la evaluación de las características de cada canal fueron registrados en bitácoras, para su posterior almacenamiento y procesamiento en una base en datos de Excel.



- LP: Longitud pierna
- DP: Perímetro de la pierna
- DG: Perímetro de la grupa
- AG: Ancho de la grupa
- LC: Longitud de la canal
- TM: Ancho mayor del tórax
- Tm: Ancho menor del tórax

**Figura 6. Mediciones morfométricas de la canal
(expresadas en cm)**

6.4.6. Obtención de los principales cortes de la canal

Los cortes de la canal se obtuvieron inmediatamente después de la evaluación de las características de la canal, este proceso fue realizado por el personal del centro de matanza con la ayuda de sierras eléctricas y cuchillos diseñados

específicamente para este proceso. Para la realización de los cortes primarios se siguió el método descrito por el Instituto Nacional de Carnes, Uruguay, método ya empleado por centro de matanza. Durante el proceso se dio seguimiento al número de canal, se identificaron, pesaron y registraron los cortes de cada canal en bitácoras para su posterior captura en una base de datos en Excel. La posición anatómica y referencias para la obtención de cada corte se describen a continuación.

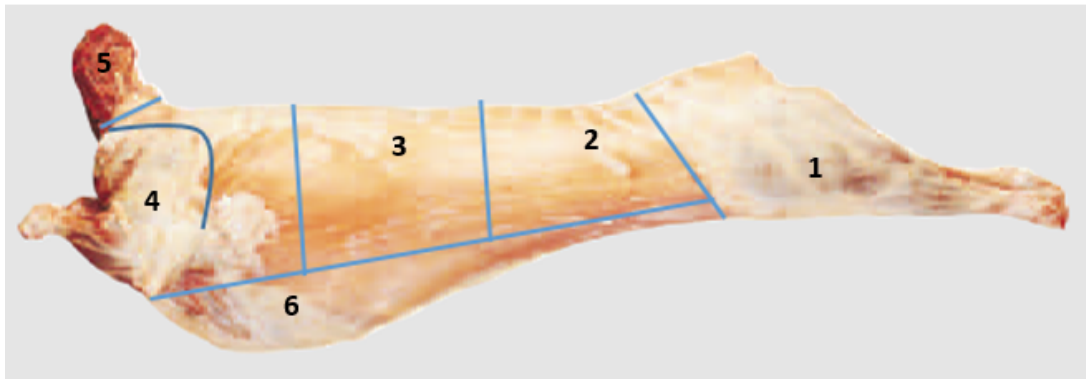


Figura 7. Cortes de la canal (Tomado de INAC, S.F.)

Pierna (1): Corte con hueso correspondiente a la porción caudal (extremidad distal) de la canal, que se obtiene mediante una sección recta que parte a nivel de la articulación lumbo-sacra y continúa por el borde anterior del ilion.

Lomo (2): Corte con hueso correspondiente a la región lumbar de la canal, que se obtiene mediante dos secciones transversales a la columna vertebral, una a nivel de la articulación dorso-lumbar y otra a nivel de la articulación lumbo-sacra. Los músculos abdominales se separan mediante un corte paralelo a la columna vertebral.

Costillar o Rack (3): Corte con hueso correspondiente a la región torácica de la media canal, que se obtiene mediante dos secciones transversales, una a nivel del 5º y otra posterior al 13er espacio intercostal, y una sección longitudinal paralela a la columna vertebral, a una distancia a especificar del ojo de bife.

Paleta (4): Corte con hueso correspondiente a la región escapulobraquial de la media canal, que se obtiene al separar escápula, húmero, cúbito y radio con sus respectivas masas musculares de la parrilla costal.

Pecho y faldilla (5): Corte con hueso correspondiente a la región esternal de la media canal, que se obtiene por una sección longitudinal que se inicia en la unión de la 1ª costilla con el esternón y luego se dirige hacia caudal pasando a la altura de la entraña fina, en la 11ª costilla.

Cuello (6): Corte con hueso correspondiente a la región cervical de la canal, compuesta por las vértebras cervicales y los tejidos que las rodean.

6.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño experimental por bloques completamente al azar, donde cada cordero fue considerado como unidad experimental. Cada tratamiento se asignó al azar a los animales dentro de cada bloque (4 repeticiones por tratamiento), formando cuatro bloques completos; es decir todos los tratamientos estuvieron representados en cada bloque (Steel y Torrie, 1980).

6.5.1. Modelo para características de la canal

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j (T_i) + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta (peso de la canal caliente, peso canal fría, porcentaje de rendimiento de la canal, longitud de la canal, longitud de la pierna, perímetro de la pierna, longitud de la pierna, perímetro de la grupa, área *Longissimus dorsi*, grasa subcutánea, ancho mayor del tórax y ancho menor del tórax) del i-ésimo tratamiento anidado en el j-ésimo bloque.

μ = Media general

$\beta_j (T_i)$ = Efecto de i-ésimo tratamiento anidado dentro del j-ésimo bloque

ϵ_{ij} = Error experimental ($N(0, \sigma^2)$)

6.5.2. Modelo para conformación de la canal, terminación de la canal y grasa peri-renal (variables cualitativas)

$$F_{ij} = [12/(NK(k+1))] [k \sum_{j=1}^k R^2 - 3N(K+1)]$$

Dónde:

F_{ij} = variables respuesta (conformación muscular, terminación de la canal y grasa peri-renal) del i-ésimo tratamiento anidado en el j-ésimo bloque.

K = número de tratamientos

N= número de bloques

$\sum_{j=1}^k R^2$ = Suma de rangos al cuadrado de la muestra

6.5.3. Modelo para los no-componentes de la canal

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j (T_i) + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta (sangre, omaso, abomaso, rumen, intestino grueso, intestino delgado, corazón, pulmones, bazo, hígado, cabeza, patas anteriores y posteriores y salea; estos valores fueron representados como porcentaje del peso vivo antes del sacrificio) del i-ésimo tratamiento anidado en el j-ésimo bloque.

μ = Media general

$\beta_j (T_i)$ = Efecto de i-ésimo tratamiento anidado dentro del j-ésimo bloque

ϵ_{ij} = Error experimental ($N(0, \sigma^2)$)

6.5.4. Modelo para cortes de la canal

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j (T_i) + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta (pierna derecha, pierna izquierda, faldilla, lomo, Rack, cuello, brazo derecho y brazo izquierdo) del i-ésimo tratamiento anidado en el j-ésimo bloque.

μ = Media general

$\beta_j (T_i)$ = Efecto de i-ésimo tratamiento anidado dentro del j-ésimo bloque

ϵ_{ij} = Error experimental ($N(0, \sigma^2)$)

6.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La información fue sometida a un análisis de varianza bajo un diseño de bloques completos al azar usando el procedimiento PROC GLM del programa SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, 1991). Considerando a cada cordero como unidad experimental. En el modelo se incluyó el tratamiento como efecto fijo y el bloque como efecto aleatorio. Los promedios de cada tratamiento se separaron mediante la opción PDIFF de la declaración LSMENS. Se realizó una comparación de medias dirigidas mediante contrastes ortogonales. Los efectos se consideraron significativos cuando $P \leq 0.05$.

El análisis de las variables no paramétricas como la conformación muscular, terminación de la canal y grasa peri-renal se realizó mediante la prueba de Friedman, usando el procedimiento PROC RANK, esta prueba es utilizada para variables de tipo ordinal, agrupadas en dos criterios de clasificación, dicha prueba compara la forma de distribución de los datos (Herrera y García, 2010).

VII RESULTADOS

7.1. Peso de los animales al inicio y final del experimento

En el cuadro 5, se muestran los resultados del peso vino inicial y el final de los ovinos de pelo y lana que recibieron dos tipos de grano en su dieta durante el periodo de finalización en la engorda intensiva en corral.

El registro del peso vivo (kg) es probablemente el criterio más utilizado en diverso trabajos de investigación, tomado después del ayuno elimina un importante factor de variación que es el contenido gastrointestinal, se realizó en ayuno, con oferta solamente de agua por aproximadamente 24 horas (Martínez 2014).

Se encontró interacción ($P < 0.05$) entre el tratamiento y la raza en el peso vivo de los ovinos al final de experimento, los ovinos de lana que consumieron en su dieta sorgo y maíz fueron los animales que presentaron el mayor peso vivo final al sacrificio, este comportamiento se puede explicar por efecto asociativo que presentan granos de bajo digestión (sorgo) con los de intermedia (maíz), pudiendo modular el consumo al tener menor variaciones cotidianas y modular el pH a nivel ruminal.

Cuadro 5. Peso vivo inicial y final de ovinos de pelo y lana, recibiendo en su dieta dos tipos de grano con distinta tasa de digestión ruminal en el periodo de finalización en corral.

	Tipo de grano en la dieta						EEM	Valor de P	
	Maíz		Maíz-Sorgo		Sorgo			T	T*R
	Pelo	Lana	Pelo	Lana	Pelo	Lana			
PVI	37.32	37.50	37.25	37.30	37.65	37.40	0.77		
PVF	46.11 ^b	47.85 ^a	48.12 ^b	49.25 ^a	45.12 ^c	45.85 ^b	1.26	<0.05	<0-05

PVI= Peso Vivo Inicial, PVF= Peso Vivo Final y P= Probabilidad

1.1. Rendimiento en canal

Cuadro 6. Rendimiento en canal de ovinos de pelo y lana, recibiendo en su dieta dos tipos de grano con distinta tasa de digestión ruminal en el periodo de finalización en corral.

Variable (kg)	Tipo de grano en la dieta						EEM	Valor de P	
	Maíz		Maíz-Sorgo		Sorgo			T	T*R
	Pelo	Lana	Pelo	Lana	Pelo	Lana			
PVFAS	43.85 ^b	44.65 ^b	46.56 ^a	47.12 ^a	43.23 ^b	43.60 ^b	1.65	<0.001	<0.003
PCC	22.80 ^b	23.66 ^b	25.14 ^a	26.99 ^a	21.18 ^c	21.80 ^c	1.36	<0.05	<0.001
PCF	21.12 ^b	22.25 ^a	23.86 ^b	25.13 ^a	19.82 ^c	19.85 ^b	1.26	<0.05	<0-05
PpG	1.68 ^a	1.41 ^b	1.28 ^c	1.86 ^a	1.36 ^b	1.95 ^a	0.85	<0.05	<0.05

PVFAS= Peso vivo final antes del sacrificio, PCC=Peso de la canal caliente, PCF=Peso de la canal fría y PpG= Perdida por goteo.

La canal caliente es lo que queda del cuerpo del animal después del sacrificio, cuando se retira la cabeza a nivel atlantooccipital, la piel, las vísceras, lo órganos

internos, las patas seccionadas a nivel de las articulaciones tarso-metatarsianas (patas traseras) y tarso-metacarpianas (patas delanteras), los riñones forman parte de la canal (Martínez 2014).

El peso vivo antes del sacrificio fue mayor ($P < 0.03$) en los ovinos que consumieron la dieta que contenía maíz y sorgo en la dieta, en las otras dos dietas maíz o sorgo el peso fue menor. Este efecto se reflejó directamente en el peso de la canal caliente y rendimiento.

7.2. Contenido de grasa en riñones, peritoneo y corazón

El contenido de grasa en el organismo es muy importante ya que tiene diversas funciones y entre las más importantes es como fuente de energía, aislante térmico, protección de órganos y tejidos, y cuando se habla de calidad de la carne se va a referir a la terneza o fuerza de corte, generalmente el depósito de grasa en el organismo, primero inicia la de cobertura y después viene la de infiltración que determinado por la genética del animal y las características de la dieta suministrada.

Cuadro 7. Contenido de grasa de la canal de ovinos de pelo y lana, recibiendo en su dieta dos tipos de grano con distinta tasa de digestión ruminal en el periodo de finalización en corral.

Variable (kg)	Tipo de grano en la dieta						EEM	Valor de P	
	Maíz		Maíz-Sorgo		Sorgo			T	T*R
	Pelo	Lana	Pelo	Lana	Pelo	Lana			
GC	4.85	4.97a	4.65a	4.70a	4.23b	4.51b	0.65	<0.15	<0.17
GGC	0.28b	0.31b	0.29a	0.32a	0.30c	21.80c	0.06	<0.32	<0.16

GC= Grasa de la canal considerando la de riñones, peritoneo y corazón (% expresados en base al peso de la canal caliente), GGC= Grosor de la grasa de cobertura (cm).

No se encontró ($P>0.05$) efecto de tratamiento o raza sobre el contenido de grasa en la canal.

7.3. pH de la canal

El pH ejerce sobre el proceso biológico de la transformación de músculo en carne, como de la relación estrecha que el pH último y su velocidad de caída ejercen sobre las características organolépticas (color, jugosidad y terneza) y tecnologías (capacidad de retención de agua, aptitud para la conversión- transformación) (Sañado, 2006).

Cuadro 8. pH de la canal de ovinos de pelo y lana, recibiendo en su dieta dos tipos de grano con distinta tasa de digestión ruminal en el periodo de finalización en corral.

Variable (kg)	Tipo de grano en la dieta						EEM	Valor de P	
	Maíz		Maíz-Sorgo		Sorgo			T	T*R
	Pelo	Lana	Pelo	Lana	Pelo	Lana			
pH 45 min	6.13	6.16	6.14	6.18	6.14	6.10	0.03	<0.25	<0.27
pH 24 h	5.35	5.31	5.25	5.35	5.30	5.32	.25	<0.32	<0.16

GC= Grasa de la canal considerando la de riñones, peritoneo y corazón (% expresados en base al peso de la canal caliente), GC= Grosor de la grasa de cobertura (cm).

VIII. DISCUSION

El tratamiento o raza no afectaron los valores de pH de la canal a los 45 min o 24 h postmortem. Por lo tanto se puede decir que los animales fueron transportados sin estrés y manejados bajo bienestar durante su faena, esto coincide con lo señalado por Cibils et al (1994) y Van de Water et al (2003) quienes mencionaron que el transporte por cualquier medio que sea afecta las condiciones físicas del animal, así como la calidad de la carne y su vida útil, al modificar las condiciones de acidez muscular y la velocidad y duración de *rigor mortis*, Sañudo et al (2005) estudiaron el efecto del tiempo de transporte sobre el pH de la carne utilizando transportes de menos de 30 min, entre 30 y 60 min y mayores a 60 min. Los valores de Ph encontrados variaron entre 5.74 y 5.79. Apple et al (1995) estudiaron el efecto distintos factores estresantes en ovinos y encontraron que aquellos animales que fueron sometidos a tratamientos estresantes presentaron valores (5.72-5.74).

Características de las piezas con calidad comercial

Boggs et al. (2006) indicaron que los mejores predictores en la composición de una canal de borrego son la grasa subcutánea, área del ojo de la costilla y grados de rendimiento de la canal además Dumont (1992) determino que para determinar la calidad de la canal deben considerarse aquellos parámetros que intervienen en su descripción y definición.

Los ovinos de lana que consumieron en su dieta maíz y sorgo presentaron el mayor ($P < 0.05$) área del ojo de chuleta y mayor perímetro de la pierna, esto puede explicar el mayor peso y rendimiento de la canal de este tipo de animales cuando reciben mezcla de granos en su dieta.

Cuadro 9. Características de la canal de ovinos de pelo y lana, recibiendo en su dieta dos tipos de grano con distinta tasa de digestión ruminal en el periodo de finalización en corral.

Variable	Tipo de grano en la dieta						EEM	Valor de P	
	Maíz		Maíz-Sorgo		Sorgo			T	T*R
	Pelo	Lana	Pelo	Lana	Pelo	Lana			
AOCH, cm ²	15.48 ^b	17.69 ^b	15.38 ^b	18.15 ^a	15.51 ^c	17.72 ^b	1.35	0.153	<0.05
LC, cm	60.57	62.13	59.54	61.67	60.36	63.15	1.46	0.176	0.153
LP, cm	38.92	39.15	37.96	39.95	38.45	39.45	0.62	0.284	0.143
PP, cm	44.01 ^b	48.12 ^b	45.13 ^b	49.15 ^b	43.12 ^c	46.12 ^b	1.45	0.145	<0.05

AOCH= Área del ojo de la chuleta, LC= Longitud de la canal, LP= Largo de la pierna, PP= Perímetro de la pierna.

IX. CONCLUSIONES

El tipo grano en la dieta y la raza durante el periodo de finalización, determinan el peso vivo final en la engorda, modifica las características de la canal y cortes comerciables de los animales, se recomienda que durante el periodo de finalización de ovinos en engorda intensiva se utilicen dietas con mezcla de granos de distinta digestión ruminal y de esta forma aumentar la eficiencia.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agüera-Morales, E. (2017). Respuesta in vivo de las células satélites a extractos musculares. Diferencias entre músculos lentos y rápidos. Tesis doctoral. Departamento de ciencias morfológicas. Facultad de Medicina y Enfermería. Universidad de Córdoba, España.
- Aguilera-Soto, J. I., Ramírez, R. G., Arechiga, C. F., Méndez-Llorente, F., López-Carlos, M. A., Silva-Ramos, J. M. & Duran-Roldan, F. M. (2008). Zilpaterol hydrochloride on performance and sperm quality of lambs fed wet brewers grains. *Journal of Applied Animal Research*, 34(1), 17-21.
- AMCO (2007). Asociación mexicana de ovinocultores. (http://uno.org.mx/images/razas_ovinas/index.html). [Abril 2017]
- Arias, R. A., Mader, T. L., & Escobar, P. C. (2008). Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Archivos de medicina veterinaria*, 40(1), 7-22.
- Avendaño-Reyes L., Torres-Rodríguez, V.F., Meraz-Murillo, Phz-Linares,J.C., Figuema-Saavedra, F. and Robinson, P.H. 2006. Effects of two B-adrenergic agonists on finishing performance, carcass characteristics, and meat quality of feedlot steers. *J. Anim. Sci.*, 84: 3259-3265.
- Avendaño-Reyes, I., Macías-Cruz, U., Álvarez-Valenzuela, F. D., Águila-Tepato, E, Torrentera-Olivera, N. G. and Soto-Navarro, S. A. (2011). Effects of zilpaterol hydrochloride on growth performance, carcass characteristics, and wholesale cut yield of hair-breed ewe lambs consuming feedlot diets under moderate environmental conditions. *J ANIM SCI* 2011, 89:4188-4194.

- Avendaño-Reyes, L., Torrentera-Oliveraa, N. G., Correa-Calderón, A., López-Rincón, G., Soto-Navarro, S. A., Rojo-Rubio, R., Guerra-Lierae, J. E. and Macías-Cruza, U. (2018). Daily optimal level of a generic beta-agonist based on zilpaterol hydrochloride for feedlot hair lambs. *Small Ruminant Research* 165 (2018) 48-53.
- Baldwin, R. L. and Black, J. L. (1979). Simulation of the effects of nutritional and physiological status on the growth of mammalian tissues: description and evaluation of a computer program. Animal Research Laboratories Technical Paper 6. Commonwealth Science and Industrial. Research Organization, Melbourne, Australia.
- Bianchi, G., Bentancur, O., & Sañudo, C. (2004). Efecto del tipo genético y del tiempo de maduración sobre la ternera de la carne de corderos pesados. *Agrociencia*, 8(1), 41-49.
- Bianchi, G., Feed-Boliolo, O. D., Caputti, P., Méndez-Perdomo, C. F., Bielli-Pallela, A., Grompone, M.A., Albertí-Lasalle, P., Ripoli, G., Cabrera- Díaz, E., Varela-Hernández, J. J., Campos-Bravo, C. A., Castillo, A., Sañudo-Astiz, C., Campo-Arribas, M. M., Scognamiglio, J. F., Muela-Garrido, E., Beltrán-García, J. A., Ballesteros-Sepe, F., Gallo-Stegmaier, C., Chagas-Jacinto, M. A. y Dassatti-Razabone, G. O. *Introducción a la Ciencia de la carne* (2009). Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. Pp 551.
- Bobadilla, S. E. E., Perea, P. M. (2014). La producción e importaciones de ovinos antes y después del Tratado de Libre Comercio con América del Norte. En B. Cavallotti V., B. Ramírez V., A. Cesín V. (Coord.) *La ganadería mexicana a 20*

años del Tratado de Libre Comercio de América del Norte, (pp. 143-155).
Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo.

Buxadé-Carbo, C. (S.F.). Ovinos carne: aspectos clave.
(<https://www.google.com.mx/search?ei=6A2xW43bFcqEsAW-tqCQBw&q=ovino+de+carne%3A+aspectos+clave+pdf&oq=ovino+de+carne%3A+aspectos+clave+pdf&gs>). [Septiembre 2018].

Chay Canul, A. J., Campos-Frías, L. A., Montalvo-Cosgalla, D. A., García-Herrera, R. A., Portillo-Salgado, R., & Herrera-Camacho, J. (2023). Uso de medidas corporales para predecir el peso vivo en ovinos de pelo en el trópico de México . *Boletín De Ciencias Agropecuarias Del ICAP*, 9(17), 1-4.
<https://doi.org/10.29057/icap.v9i17.9225>

Codex alimentarius (2016). Anteproyecto de IMR para ivermectina (grasa, riñón, y músculo de bovino), teflubenzurón (filete y músculo de salmón) y clorhidrato de zilpaterol (grasa, riñón, hígado y músculo de bovino). Vigésima tercera reunión de comisión del codex alimentarius FAO/OMS. Roma, Italia. pp. 3.
(<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh->). [Abril 2017].

Codex Alimentarius. 2015. Límites máximos de residuos y recomendaciones sobre la gestión de riesgos para residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos. 38a reunion de la Comisión del Codex Alimentarius FAO/OMS. Roma, Italia. pp. 40. (<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/standards/vetdrugs/es/>). [Abril 2017].

- Colomer-Rocher, F. 1984. Metodología de clasificación de canales ovinas. Oleaginosas Españolas, Madrid, España.
- Cronje, P. (2000). Ruminant physiology digestion, metabolism, growth and reproduction (2000).CABI publishing. EUA.
- Cuellar-Ordaz, J. A., Tórtora-Pérez, J., Trejo-González, A. y Román-Reyes, P. (2012). La producción ovina mexicana Particularidades y complejidades. Primera edición. Editorial acriba. México. pp 178.
- Delfa, R., Lahoz, F. and González, C. 1995. Modelos de clasificación de canales ovinas en la Unión Europea. Eurocarne. 37:37-44.
- Domínguez-Vara, I. A., Mondragón-Anselmo, J., González-Ronquillo, M., Salazar-García, F., Bórquez-Gastelum, J. L. y Aragón-Martínez, A. (2009). Los B-agonistas adrenérgicos como modificadores metabólicos y su efecto en la producción, calidad e inocuidad de la carne de bovinos y ovinos: una revisión. Ciencia Ergo Sum, Noviembre-Febrero, 278-284.
- Errecalde, C., Prieto, G., Lüders, C., & Ovando, H. G. (2003). Fármacos β -adrenérgicos en producción animal. Seguridad alimentaria y calidad cárnica.
- Fajardo-Zapata, Álvaro L., Méndez-Casallas, Francy J., Molina, Luis H., Residuos de fármacos anabolizantes en carnes destinadas al consumo humano. Universitas Scientiarum [en línea] 2011, 16 (Enero-Abril). [Septiembre de 2017].
- Fernández-López, F. (1993). Betagonistas en producción animal. (<https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/3769/05-1993-02.pdf?sequence=1>). [Septiembre 2017].

Fiems, L. (1987). Effect of beta-adrenergic agonists in animal production and their mode of action. *Ann Zootech* b36 (3): 271-290.

Flores-Santiago, E. J., González-Garduño, R. ., Cobos-Peralta, M. A. ., Mendoza-Pedrosa, S. I. ., Alejos de la Fuente, J. I. ., Cadena-Villegas, S. ., Díaz-Sánchez, E. L. ., & Bárcena-Gama, J. R. . (2022). Productividad y características de la canal de ovinos suplementados con propionato de calcio. *Revista MVZ Córdoba*, 27(s), 2022.

FND (2015).Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero. Panorama de la carne y lana de ovino. (<http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Ficha%20Ovino.pdf>).[Abril 2017].

Galaviz-Rodríguez, J. R., Vargas-López, S., Zaragoza-Ramírez, J. L., Bustamante-González, Á., Ramírez-Bribiesca, E., Guerrero-Rodríguez, J. D., & Hernández-Zepeda, J. S. (2011) Evaluación territorial de los sistemas de producción ovina en la región nor-poniente de Tlaxcala. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 2(1), 53-68.

García Rubio, V., Aguilar Marcelino, L., Andrade Gallegos, R., Sánchez Vázquez, J., & Ojeda Carrasco, J. (2023). Propiedades nutraceuticas de *Pleurotus* spp.: Aplicaciones en la ovinocultura en la Región de Amecameca. *Revista De Iniciación Científica*, 9(1), 32 -. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v9.1.3548>.

- González-Garduño, R., Blardony-Ricardez, K., Ramos-Juárez, J. A., Ramírez-Hernández, B., Sosa, R., & Gaona-Ponce, M. (2013). Rentabilidad de la producción de carne de ovinos Katahdin x Pelibuey con tres tipos de alimentación. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(1), 135-148.
- Hernández-Marín, J. (2018). CONTRIBUCIÓN DE LA OVINOCULTURA AL SECTOR PECUARIO EN MÉXICO. *Agro Productividad*, 10(3). Recuperado a partir de <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/975>.
- Hernández-Martínez, J., Ortiz-Rivera, M. I., Rebollar-Rebollar, S., Guzmán-Soria, E., & González-Razo, F. D. J. (2013). Comercialización de ovinos de pelo en los municipios de Tejupilco y Amatepec del Estado de México. *Agronomía Mesoamericana*, 24(1), 195-201.
- Herrera-Haro, J. G., Álvarez, G., Bárcena-Gama, R., & Núñez-Aramburu, J. M. (2019). Caracterización de los rebaños ovinos en el sur de Ciudad de México, México. *Acta Universitaria*, 29, 1-15.
- Herrera-Haro, J. y García-Artiga, C. (2010). Bioestadística en ciencias veterinarias. Procedimientos de análisis de datos con SAS. Editado por la Universidad complutense de Madrid, España.
- INAC, (S.F.). Instituto Nacional de Carnes. Manual de cortes de carnes alternativas para abasto conejo - cerdo - pollo – ovinos. Montevideo, Uruguay. (www.inac.gub.uy). [Septiembre 2018].

- INEGI, (2009). Instituto nacional de estadística y geografía (http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/15/15086.pdf). [septiembre 2018].
- Ishikawa, C., Ogawa, T., Ikawa, T., & Yamane, A. (2009). Effects of clenbuterol, a β_2 -adrenergic agonist, on sizes of masseter, temporalis, digastric, and tongue muscles. *The open dentistry journal*, 3, 191.
- Karg, H. (1989). Manipulation of growth. *Biotechnology for Livestock Production*, Plenum Press, New York and London, 18, 159-180.
- Lawrie, R. Ciencia de la carne (1998). Tercera edición. Editorial acribia. Zaragoza, España.
- López-Carlos, M. A. (2010). Efecto de dos agonistas β adrenérgicos sobre las características de crecimiento y de la canal en ovinos. Tesis doctoral. Facultad de ciencias biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Lortie, M. (2002). The rainbow trout muscle β_2 -agonist feeding. Thesis of de masters. Masters of science in biology. University of Ottawa.
- Lucas, L. J, y Arbiza, A. S. (2006). Situación y perspectivas, la producción de carne ovina en México. *Bayvet*. 21: 22-28.
- Macías-Cruz, U., Avendaño-Reyes, L., Álvarez-Valenzuela, F. D., Torrentera-Olivera, N. G., Meza-Herrera, C., Mellado-Bosque, M., & Correa-Calderón, 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), 1-12.

- Magaña-Monforte, J. G., Moo-Catzin, C. J., Chay-Canul, A. J., Aké-López, J. R., Segura-Correa, J. C. y Montés-Pérez, R. C. (2015). Crecimiento y componentes de la canal de ovinos de pelo en jaulas elevadas. *Livestock Research for Rural Development* 27 (6) 2015.
- Martínez-González, E. G., Muñoz-Rodríguez, M., García-Muñiz, J., Santoyo-Cortés, V., Altamirano-Cárdenas, J., & Romero-Márquez, C. (2011). El fomento de la ovinocultura familiar en México mediante subsidios
- Mersmann, H. J. (1998). Overview of the effects of beta-adrenergic receptor agonists on animal growth including mechanisms of action. *Journal of animal science*, 76(1), 160-172.
- Mondragón, J., Domínguez-Vara, I. A., Pinos-Rodríguez, J. M., González, M., Bórquez, J., Domínguez, A. and Mejía, M. L. (2010). Effects of feed supplementantion of zilpaterol hydrochloride on growth performance and carcass traits of finishing lambs. *Animal Science*, 601, 47-52.
- Moody, D. E., Hancock, D. L., & Anderson, D. B. (2000). Phenethanolamine repartitioning agents. *Farm animal metabolism and nutrition*, 65-96.
- Moreno, M.J., Martínez, J.A. El tejido adiposo: órgano de almacenamiento y órgano secretor. *An Sist Sanit Navar* 2002;25 Suppl 1:29-39.
- Morgan, DJ. Clinical pharmacokinetics of beta-agonists. *Clin Pharmacocinet* 1990;18:270-294.
- Murray, R.; Bender, D.; Botham, K.; Kennelly, P.; Rodwell, P. y Weil, P. (2009). *Harper bioquímica ilustrada*. Edición 8. McGrawHill. Mexico D.F.

NORMA Oficial Mexicana NOM-061-ZOO-1999, Especificaciones zoosanitarias de los productos alimenticios para consumo animal.

Nourozi, M.; M. Abazari; M. Mohammadi; M.Raisianzadeh and A. ZareShahne (2005). "Effect of Two Beta-Adrenergic Agonists on Performance and Carcass Composition of an Iranian Native Breed of Sheep", Pakistan Journal of Nutrition. Vol. 4, Núm. 6.

NRC, 1994. National Research Council - Board on Agriculture. Metabolic Modifiers: Effects on the Nutrient Requirements of Food Producing Animals. National Academy Press. Washington, D.C., EUA. (<http://nap.edu/2306>). [Abril 2017].

OECD-FAO (2016). Food and Agriculture Organization of the United Nations. (<http://www.agri-outlook.org/>). [Abril 2017].

Panorama de la carne y lana ovino (2015). Financiera de Desarrollo Nacional Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero. (<http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Ficha%20Ovino.pdf>). [Marzo 2017].

Partida de la Peña, J. A., Ríos-Rincón, F. G., Cruz-Colín, L., Domínguez-Vara, I. A. y Buen-Día, G. (2017). Caracterización de las canales ovinas producidas en México. Revista Mexicana de ciencias Pecuarias. 8(3):269.277.

Partida de la Peña, J. A., Rodríguez, C., Alejandra, T., & Rubio-Lozano, M. S. (2015). Efecto del clorhidrato de zilpaterol sobre las características de la canal en cruza terminales de corderos Kathadin. Veterinaria México OA, 2(2), 01-13.

- Partida PJA, Ríos RFG, Cruz CL, Domínguez VIA y Buendía RG. 2017. Caracterización de las canales ovinas producidas en México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 8(3): 269- 277.
- Plascencia, A., Torrentera, N and Zinn, R. A. (1999). Influence of the agonist, zilpaterol, on growth performance and carcass characteristics of feedlot steers. *American Society of Animal Science*. Vol. 50, 1999.
- Price, J. y Schweigert, B. *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos* (1994). Segunda edición. Editorial acribia. Zaragoza España.
- Rebollar-Rebollar, S., Rojo-Rubio, R., Avendaño-Reyes, L., Macías-Cruz, U., Álvarez-Valenzuela, F. D., Correa-Calderón, A. y Soto-Navarro, S. (2015). Análisis económico del uso de clorhidrato de zilpaterol en la alimentación de corderas. *Investigación y Ciencia*, Enero-Abril, 5-10.
- Ricks C. A., Baker P.K. y Dalymple R.H. (1984). Use of repartition to improve performance and body composition of meat animals. *Reciprocal meat conference proceedings*, Volume 37, 1984.
- Rincón, F. G. R., Bautista, J. H., Raúl, H., Gaxiola, G., González, F. A. N., Francisco, J., & Obregon, J. J. P. L. (2010). Nivel de adición de HCl-ractopamina en la respuesta productiva, características de la canal y calidad de la carne de cerdos. *Nacameh* Vol.2, No.2, pp 85-95, 2010.
- Ríos-Rincón, F. G., Barreras-Serrano, A., Estrada-Angulo, A., Obregón, J. F., Plascencia-Jorquera, A., Portillo-Loera, J. J., & Zinn, R. A. (2010). Effect of level of dietary zilpaterol hydrochloride (β 2-agonist) on performance, carcass

characteristics and visceral organ mass in hairy lambs fed all-concentrate diets.

Journal of Applied Animal Research, 38(1), 33-38.

Robles-Estrada, J. C., Barreras-Serrano, A., Contreras, G., Estrada-Angulo, A., Obregón, J. F., Plascencia, A., & Ríos, F. G. (2009). Effect of two β -adrenergic agonists on finishing performance and carcass characteristics in lambs fed all-concentrate diets. *Journal of Applied Animal Research*, 36(1), 33-36.

Rodrigo, G. J., & Rodrigo, C. (2002). Controversias sobre el uso de los agonistas beta en el tratamiento del asma aguda. *Archivos de Bronconeumología*, 38(7), 322-328.

Rodríguez-Gaxiola, M. A. (2015). Efecto de la complementación dietaria del clorhidrato de zilpaterol y su interacción con zinc y cromo orgánicos en la respuesta productiva, características de la canal y calidad de la carne de bovinos y ovinos en engorda intensiva. Tesis doctoral. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México, México.

Romero-Anaya, A. M. (2011). Efecto del clorhidrato de ractopamina sobre el comportamiento productivo y características de la carne de ovinos en finalización. Tesis doctoral. Ciencias agrícolas. Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México.

Salinas-Chavira, J., Ramírez, R. G., Domínguez-Muñoz, M., Palomo-Cruz, R., & López-Acuña, V. H. (2004). Influence of zilpaterol hydrochloride on growth and carcass characteristics of Pelibuey lambs. *Journal of Applied Animal Research*, 26(1), 13-16.

- Sanjuan, A. I., Garcia, M. S., & Akl, G. (2001). El distintivo de calidad como indicador de seguridad alimenticia en carne de vacuno y cordero. *Economía agraria y recursos naturales*, (1), 77-94.
- SAS., Institute. 1991. SAS User's Guide: Statistics. Ver.5. SAS Institute. Cary, N.C. USA. 956 p.
- Shahrbabak, M.S., Y. Rozbahan, M.M. Shahrbabak and H.M. Shahrbabak, 2009. Influence of different levels of digestible undegradable protein on the carcass characteristic of Kermani male lambs in Iran. *Int. J. Agri. Biol.*, 11: 643–646
- SIAP (2015). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecAvanceProd.jsp). [Abril 2017).
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2019). Anuario estadístico de la producción ganadera: ovinos. Consultado el 06 de junio, 2023
- SIAP. 2021. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2021. Anuario Estadístico de la Producción Ganadera.
- Solomon, M. B. (2004). Effect of animal production on meat quality. In *Quality of Fresh and Processed Foods* (pp. 1-23). Springer US.
- Soria, L. A. y Corva, P. M. (2004). Factores genéticos y ambientales que determinan la ternera de la carne bovina. Área de Genética. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad de Buenos Aires. Argentina. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 2004. 12(2): 73-88

Steel, R.G.D., Torrie, J.H. 1980. Principles and Procedures of Statistics, 2nd ed. McGraw-Hill International, New York, NY, USA.

Suárez Paternina, Emiro, Maza Ángulo, Libardo, Barragán Hernández, Wilson, Aguayo Ulloa, Lorena, & Vergara Garay, Oscar. (2022). Características de la canal y perfil de ácidos grasos de la carne de corderos criollos suplementados con semilla de algodón y maíz. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 13(1), 97-114. Epub 06 de junio de 2022.

Sumano, H., Ocampo, L., & Gutiérrez, L. (2002). Clenbuterol y otros β -agonistas, ¿Una opción para la producción pecuaria o un riesgo para la salud pública? Clenbuterol and other β -agonists, are they an option for meat production or a threat for public health? *Vet. Mex*, 33(2), 137.

Sumano, L. H. y Ocampo, C. L. 1997. FARMACOLOGÍA VETERINARIA. Segunda edición. McGraw-Hill Interamericana. 680 pp.

Taleisnik, S. Tipos de receptores y la transducción de señales (2006). 1ra edición. Grupo editor encuentro. (<https://books.google.com.mx/books?id=wFWEimjnGr4C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>). [Septiembre 2017].

Torrescano-Urutia, G.R., Sánchez-Escalante, A., Peuri-Molina, F. J., Velásquez-Claudio. J y Sierra-Ramiro, T. (2009). Características de la canal y calidad de carne de ovinos Pelibuey, engordados en Hermosillo, Sonora. *Biotecnia*, vol. XI, No 1, enero-abril 2009.

UNO (2016). Unión Nacional de Ovinocultores. (<http://www.uno.org.mx/comercializacion/produccionnacionalimportaciones.html>).[Marzo 2017].

Valladares-Carranza, B., Bañuelos-Valenzuela, R., Peña-Betancourt, S. D., Velázquez-Ordoñez, V., Echavarría-Cháirez, F. G., Muro-Reyes, A. & Gutiérrez-Castillo, A. (2015). Implicaciones del uso de clorhidrato de clenbuterol en la *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 16(2), 1-13.

Vargas-Orellana, C. R. y Longo-Joachi, P. A. (2017). Evaluación de dos presentaciones comerciales de clorhidrato de zilpaterol (Zilmax®) y (GroFactor®) como aditivos en la dieta para finalización de toretes confinados, Finca Santa Fe, Petén, Guatemala. Tesis de licenciatura. Carrera de Ingeniería Agronómica. Escuela panamericana, Zamorano. Honduras.

Vázquez-Soria, E. T., Partida de la Peña, J. A., Rubio-Lozano, M. S. y Méndez-Medina, D (2011). Productive performance and carcass characteristics in lambs from crosses between Katahdin ewes and rams from four specialized meat breeds. *Rev Mex Cienc Pecu* 2011;2(3)A:247-258.

Yang Y.T. y McElliogott M. A. (1989). Multiple action of β -adrenergic agonists on skeletal muscle and adipose tissue. *Biochem. J.* (1989) 261, 1-10.