



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

ANÁLISIS ECONÓMICO EN OVINOS DE PELO FINALIZADOS EN CORRAL
COMPLEMENTADOS CON DOS BETA ADRENÉRGICOS AGONISTAS
(GROFACTOR® Y RACMINA PREMIX®)

TESIS

PRESENTA:

JEZREEL ABIRAM TRUJILLO GUTIERREZ

ASESOR DE TESIS:

DR. ROLANDO ROJO RUBIO

CO-ASESOR:

DR. RODOLFO ROGELIO POSADAS DOMINGUEZ

TEMASCALTEPEC, MEXICO. MAYO DE 2023

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	JUSTIFICACION.....	3
III.	HIPOTESIS.....	4
IV.	OBJETIVOS	5
V.	REVISIÓN DE LITERATURA	6
5.1.	Antecedentes de la ovinocultura en México	6
5.2.	Situación actual de la ovinocultura en México	9
5.2.1.	<i>Producción nacional de ovinos</i>	9
5.2.2.	<i>Cifras del consumo de carne de ovinos en México</i>	11
5.2.3.	<i>Precio de la carne de ovino en México</i>	12
5.2.4.	<i>Producción de carne</i>	13
5.3.	Problemáticas que enfrenta la ovinocultura en México.....	14
5.4.	Razas ovinas en México.....	15
5.4.1.	<i>Raza suffolk</i>	15
5.4.2.	<i>Raza Hampshire</i>	17
5.4.3.	<i>Raza rambouillet</i>	19
5.4.4.	<i>Raza dorper</i>	20
5.4.5.	<i>Raza pelibuey</i>	21
5.5.	Situación actual de la ovino-cultura en el Estado de México	22
5.6.	Mercado de la carne de ovino en el Estado de México.....	23
5.6.1.	<i>Procesamiento tipo TIF y oportunidades de mercado</i>	26
5.6.2.	<i>Agentes y canales de comercialización</i>	27
5.7.	Tipos de costos	29
5.7.1.	<i>Costos</i>	29
5.7.2.	<i>Costo fijo</i>	29
5.7.3.	<i>Costo variable</i>	30
5.7.4.	<i>Costo de producción</i>	30
5.7.5.	<i>Inversión</i>	30
5.7.6.	<i>Mano de obra</i>	31
5.7.7.	<i>Depreciación</i>	31
5.8.	Presupuestos.....	31
5.8.1.	<i>Presupuesto basado en actividades</i>	32

5.9.	Promotores de crecimiento	34
5.9.1.	<i>Uso de promotores de crecimiento en la alimentación de corderos.....</i>	<i>35</i>
5.10.	β-Agonistas adrenérgicos	35
5.10.1.	<i>Tipos de β-agonistas adrenérgicos</i>	<i>37</i>
5.10.1.1.	<i>Clembuterol</i>	<i>37</i>
5.10.1.2.	<i>Zilpaterol</i>	<i>38</i>
5.10.1.3.	<i>Ractopamina</i>	<i>39</i>
VI.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS PRODUCTOS COMERCIALES UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN	41
6.1.	Racmina premix® 10%.....	41
6.2.	Grofactor	45
6.3.	Efecto del clorhidrato de zilpaterol en los parámetros productivos y características de la canal de corderos:	47
6.4.	Rentabilidad del clorhidrato de zilpaterol	49
6.5.	Desventajas del uso del clorhidrato de zilpaterol	49
VII.	MATERIALES Y MÉTODOS	51
7.1.	Localización de la zona de estudio	51
7.2.	Animales	52
7.3.	Alimentación	52
7.4.	Diseño experimental	53
VIII.	RESULTADOS	56
IX.	DISCUSION	58
X.	CONCLUSIONES	60
XI.	LITERATURA CITADA.....	61
XII.	ANEXOS.....	71

I. INTRODUCCIÓN

En la engorda intensiva de ovinos en corral, se utilizan dietas balanceadas que cubren los requerimientos nutricionales de los animales para maximizar la eficiencia productiva en ciclos muy cortos (finalización 40 a 45 días). Los ingredientes que se incluyen en mayor proporción son los granos, los cuales pueden estar de manera individual o bien como mezcla de al menos dos. Este tipo de dietas son diseñadas para maximizar la eficiencia productiva de los animales, para producir carne magra e inocua, es por eso que se ha demostrado que al utilizar promotores de crecimiento como los beta adrenérgicos agonistas (β -AA) mismos que son compuestos potentes que causan una repartición significativa de la energía, reduciendo la lipogénesis, y aumentando la glucogenólisis, lipólisis a la vez que aumentan la perfusión sanguínea dando como resultado mayor cantidad de sustratos en el músculo para la síntesis y adición proteica en el mismo (Mersmann, 1998). Además, los costos de la alimentación pueden reducirse con el uso de los β - adrenérgicos agonistas ya que tienden a mejorar la eficiencia alimenticia de los animales (Rebollar *et al.*, 2015). Las características de la canal fueron superiores cuando los animales fueron alimentados con clorhidrato de zilpaterol ya que mostraron mejores rendimientos de la canal y menos cobertura de grasa (Ricks *et al.*, 1984).

La industria de la carne ovina en el mundo busca constantemente alternativas para promover un crecimiento rápido en el ganado (O'Mara *et al.*, 2012; Domínguez-Vara *et al.*, 2009) (Montossi *et al.*, 2013). En México, la oferta de carne ovina es inferior a su demanda y, en consecuencia, esta industria se encuentra en la búsqueda constante de estrategias de bajo costo que ayuden a incrementar la eficiencia alimenticia y la ganancia de peso (Hernández-Marín *et al.*, 2017).

Con este escenario, en las últimas dos décadas, diversos estudios han mostrado que el clorhidrato de zilpaterol (CZ) y el clorhidrato de ractopamina (RH) se han convertido en promotores de crecimiento efectivo en la finalización de corderos en corral, ya que mejoran la eficiencia alimenticia, la tasa de crecimiento, el peso y el rendimiento de la canal (Vicente *et al.*, 2022; Cayetano-De-Jesús *et al.*, 2020; López-Carlos *et al.*, 2012; Macías *et al.*, 2016; Domínguez-Vara *et al.*, 2009). Sin embargo, los resultados con respecto al efecto que tiene el CZ y RH sobre la eficiencia económica medida a través de la ganancia de peso en la finalización de corderos, es una línea de investigación que ha sido poco explorada. Con estas características, es necesario crear estrategias globales que garanticen una producción de alimentos asequible a bajos costos, sustentada en un análisis financiero que permita generar información útil para que los productores tomen sus decisiones mejor informadas, ya que los costos más altos esencialmente desencadenan un mayor riesgo para los medios de vida de los agricultores (Vittis *et al.*, 2021). Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue: La inclusión de dos beta adrenérgicos agonistas, Clorhidrato de Zilpaterol y Ractopamina (Grofactor y Racmina premix 10 mg) mejoran la respuesta productiva de los ovinos de pelo finalizados en corral; de tal manera que se mantiene la eficiencia y se mejora el costo económico.

II. JUSTIFICACION

En cualquier actividad agropecuaria se busca que las acciones operativas resulten en beneficios positivos para los inversionistas, en este sentido la ciencia que se encarga de realizar este tipo de evaluaciones es la economía agropecuaria que estudia la manera en que las personas, asociaciones o empresas toman decisiones bajo condiciones de escasez, así como las implicaciones de estas decisiones para la sociedad en general. Bajo este contexto si se considera que los costos de alimentación en la engorda intensiva de cerdos en muchas ocasiones representan más del 75%, en este sentido, de manera particular en la finalización de ovinos en corral se busca que se utilicen dietas balanceadas que cubran los requerimientos nutricionales para mejorar la eficiencia productiva de los animales. Debido a un incremento en la demanda de productos cárnicos ha sido necesario intensificar los sistemas de producción de bovinos, ovinos, y porcinos carne, cuyo principal objetivo es incrementar la producción de carne en el menor tiempo posible y con el menor costo, además de que el producto resultante sea de calidad teniendo menos contenido de grasa (Bohorov 1995, citado en Romero 2011). Aunado a que una de las condicionantes para el uso de los promotores de crecimiento es la inocuidad, es decir, estas sustancias no deben poner en riesgo la salud de los animales que lo ingieren ni mucho menos la salud de las personas que consumen los productos y derivados de esos animales (Sumano y Ocampo, 1997). Rebollar *et al.*, (2015) mencionaron que el uso del Clorhidrato de Zilpaterol mejora la rentabilidad de la engorda de corderas en corral, bajo este esquema, la presente investigación se planteó la siguiente hipótesis:

III. HIPOTESIS

La inclusión de dos beta adrenérgicos agonistas, Clorhidrato de Zilpaterol y Ractopamina (Grofactor y Racmina premix 10 mg) mejoran la respuesta productiva de los ovinos de pelo finalizados en corral; de tal manera que se mantiene la eficiencia y se mejora el costo económico.

IV. OBJETIVOS

Realizar un análisis económico en ovinos finalizados en corral recibiendo en dieta la inclusión de dos beta adrenérgicos agonistas, Clorhidrato de Zilpaterol y Ractopamina (Grofactor y Racmina premix 10 mg)

V. REVISIÓN DE LITERATURA

En 2018, la producción mundial de carne aumento 1.0%, a 327 millones de toneladas (OCDE/FAO, 2019). A nivel mundial la carne de ovinos se posiciona en el cuarto lugar, después de la carne bovina, porcina y de ave. China es el país que cuenta con el mayor hato ovino, con 16% del total y es el primer productor mundial de carne ovina con 28% de la misma (Chávez, 2008).

Los sistemas de producción de pequeños rumiantes, principalmente la cría de ovinos (ovinocultura), que incluye a los carneros, ovejas y borregos, muestran grandes coincidencias en los distintos países donde se desarrollan, principalmente en medios con difícil orografía y clima extremo. En éstos, incluyendo a México, los terrenos son abruptos o áridos y, por lo tanto, menos aptos para otras actividades agropecuarias.

La ovinocultura se desarrolla en todo el territorio de México, como una actividad secundaria de la agricultura, donde el consumo de carne es muy común los fines de semana y en eventos sociales, en los que se disfruta la rica barbacoa. El inventario y la producción de carne de ovinos en México, aunque en los últimos años se ha incrementado, no logra cubrir el mercado nacional por lo cual se recurre a las importaciones para satisfacer la demanda. El consumo en 2016 fue de 571 gramos por persona y es la especie de pequeños rumiantes mejor pagada a los productores.

5.1. Antecedentes de la ovinocultura en México

Las primeras razas de ovinos en México provienen de las razas españolas lacha, churra y manchega fueron traídas de España durante la conquista.

Los primeros lugares de los que se tiene registro se comenzó la crianza de ovinos son Chapultepec, Cuajimalpa y Coyoacán; las primeras técnicas de manejo impulsadas en México fueron movilizar a los ovinos hacia terrenos con mayor disponibilidad de forraje en los distintos estados del país.

En 1579 existían en Querétaro 200 000 ovejas que recorrían de 300 a 400 km en septiembre, para consumir los pastos en las regiones de Chapala, y regresaban en mayo a la ciudad de México. Para 1635, bajaban regularmente a las llanuras de Nuevo León 13 rebaños, con un total de 300 000 ovejas y, en 1714, existía un rebaño en Tecámac, con 8 000 cabezas. En el siglo XVI, la clase dirigente de los indígenas (descendientes de los nobles) llegó a tener rebaños con varios cientos a varios miles de cabezas de ovinos, pero nunca superando a los rebaños de los españoles. A finales del siglo XVI, las leyes virreinales los limitaron a tener, cuando mucho, 300 ovejas por rebaño. En la ciudad de México se prefería la carne de carnero y se consumía varias veces más que la de res. En 1557, ya se mataban 120 000 ovinos, y para 1604, en 7 poblaciones de la Nueva España, había 114 rastros. En 1784, entraron a la ciudad de México 280 000 ovejas, y para 1786, fueron 278 297. En cuanto a lana se refiere, en 1570 se producían en México 3 000 arrobas (una arroba es igual a 11.502 kilogramos), esto equivalía a 34 506 kg, y para 1580, se producían 12 000 arrobas, o sea, 138 024 kg, por lo que México, a finales del siglo antepasado llegó a ser un país exportador de lana fina.

Los sistemas de producción que se han utilizado durante el desarrollo de la ovinocultura en México han sido similares a los que se utilizaron en el resto del mundo, han ido evolucionando de la mano con sistemas de producción que se utilizan en el resto del mundo.

En el 2012 la producción de carne ovina estaba a cargo de Aguascalientes con 16.9%, Estado de México con 14.7%, Jalisco con 11.3%, Querétaro con 10.1%, Sinaloa con 9.7%, Oaxaca con 8.8%, Puebla con 6.3%, Guanajuato con 6.3% y por último Michoacán con 4.7% del total de la producción nacional.

En 2016, la producción nacional de ganado ovino en pie fue de casi 118 mil toneladas, de las que se destinaron para carne en canal: 60, 300 toneladas (Rural, 2017). De acuerdo con la SAGARPA, México cuenta con un hato de 8.9 millones de cabezas, gracias a esto se ha podido reducir la importación de este cárnico en 74% (Ganadera, 2018).

Actualmente, la población ovina nacional es de 6 164 757, la cual se distribuye de la siguiente forma: En la zona centro 55%, en la norte 23%, en la zona sur 16% y en el trópico 6%. 139 La producción de carne de ovino en México no satisface la demanda interna, por lo que se importa 60% del consumo nacional, principalmente de Australia (61%), Nueva Zelanda (23%), Estados Unidos (1%), Chile (4%), y otros países (1%).

La producción de lana en México, tampoco satisface las demandas de la población, por lo que, también, se tiene que importar 60% del consumo nacional, principalmente de Australia (44%), Argentina (28%), Estados Unidos (14%) y otros países (14%).

México era uno de los principales países exportadores de lana de borrego a nivel mundial, esto se vio en decline cuando el precio de la lana tuvo una fuerte reducción en su precio, a la par de que se comenzaron a introducir telas sintéticas al mercado textil mundial.

Por espacio de dos siglos y medio, la ovinocultura en México se desarrolló en completa libertad, favorecida por las condiciones del clima y las amplias praderas naturales.

La base de la ganadería ovina actual está formada por el ovino “tipo criollo”, estos animales se originaron a partir de los primeros ovinos que trajeron los españoles, tales como las razas lacha, churra y manchega; posteriormente, la merino española y, a partir de la segunda mitad del siglo XX, por la mezcla de éstas con razas especializadas en la producción de carne, tales como: Hampshire, Suffolk, Dorset, Corriedale y otras que los transformaron en ejemplares más productivos, sin perder su rusticidad.

5.2. Situación actual de la ovinocultura en México

La ovinocultura se desarrolla en todo el territorio de México, como una actividad secundaria de la agricultura.

El ganado ovino se presenta como una excelente opción para su desarrollo en zonas áridas, pues se adapta con facilidad a estas condiciones (GONZÁLEZ, 2020). El inventario nacional de ganado ovino esta mayormente concentrado en los estados de Hidalgo, Estado de México y Veracruz.

5.2.1. Producción nacional de ovinos

La población ovina en México pasó de 6.1 millones a 8.7 millones de cabezas entre los años de 1970 a 2016, con un incremento de 2.5 millones de animales, con una tasa de crecimiento media anual (TCMA) de 0.8%. Con la evolución y tendencia de este incremento se pueden identificar cuatro etapas: la primera de 1970 a 1982, la segunda de 1982 a 1986, la tercera de 1986 a 1998 y la última de 1998 a 2016 (Figura 1).

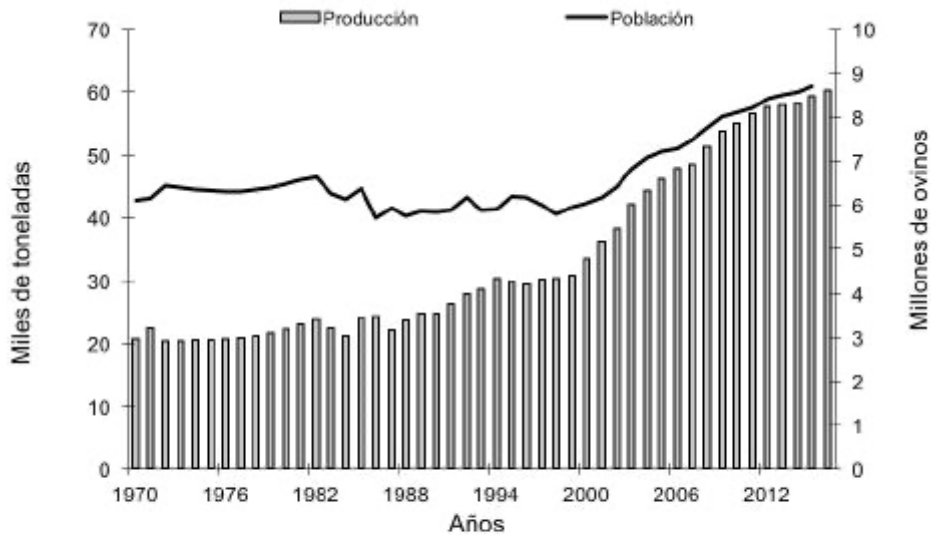


Figura 1. Evolución de la producción de carne y población de ovinos en México (1970-2016).

En la primera etapa, el inventario presenta una TCMA del 0.6%, con un incremento de 529 mil cabezas, finalizando en 1982 con 6.6 millones de ovinos; en la segunda etapa, retrocedió la población con 944 mil ovinos con una TCMA de -3.02%; aunque en la tercer etapa se observan altibajos en la población ovina, el TCMA fue del 0.14%, con un incremento de 106 mil cabezas, finalizando en 1998 con 5.8 millones; en la cuarta etapa se obtuvo un incremento de 2.9 millones con una TCMA del 2.2%, llegando a los 8.7 millones de cabezas.

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, finalizando en el 2016 con una producción de 58.3 mil toneladas; la mayor tasa de crecimiento fue en el periodo de 1998 a 2016 con un 3.7%, llevando a un incremento de 29.9 mil toneladas (Figura 1).

Este incremento en este periodo fue principalmente a la introducción de razas productoras de carne y en la mejora de las técnicas de alimentación de los borregos con producción intensiva y mixta. Sin embargo, este incremento de los últimos años no satisface la demanda nacional, por lo que continúan realizándose las importaciones para cubrir el mercado nacional.

5.2.2. Cifras del consumo de carne de ovinos en México

Las importaciones de carne y/o de ovinos para abasto en 1970 representaban el 7.8% y el resto era producción nacional, para el 2016 fue de un 14.2% del consumo nacional aparente. En el periodo de 1970 a 2016 existen altibajos en la participación de las importaciones en el consumo siendo en el año 2000 cuando la participación fue del 61.8%, seguido de los años de 2001, 2002 y 2004 con 61.5, 61.4 y 56.9% (Figura 2). En el 2004, de las 102.7 mil toneladas consumidas, las importaciones aportaron la cantidad de 58.4 mil toneladas, que se reflejó en el consumo por persona en un año.

El consumo por persona al año de la carne de ovino en los últimos 46 años ronda en los 570 gramos, que se hace principalmente como barbacoa, sin embargo, en el año 2004 este consumo alcanzó el kilogramo por persona, que coincide con uno de los años de mayor importación. La mayor demanda de este producto es principalmente en los meses de diciembre por las fiestas de fin de año, en julio y agosto.

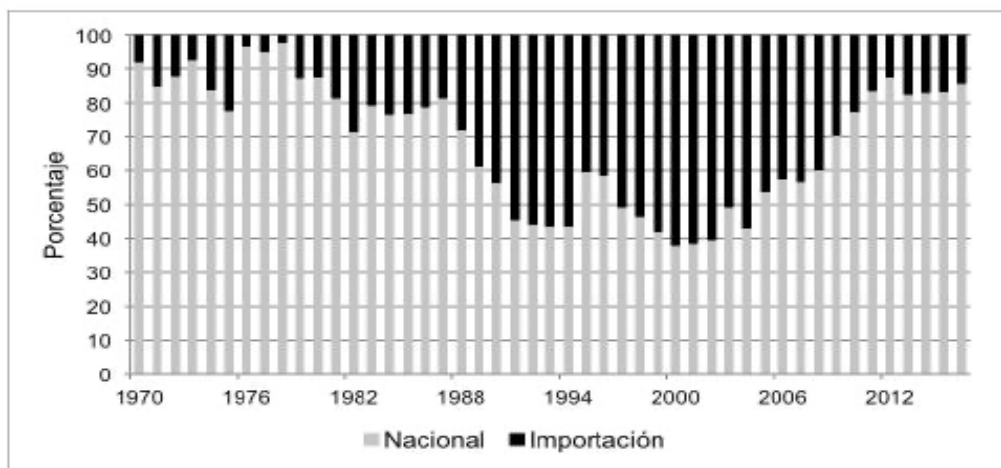


Figura 2. Consumo aparente de carne de ovino

5.2.3. Precio de la carne de ovino en México

En el periodo de 1980 a 2016, la carnes y demás productos de los ovinos en México, fueron los mejor pagados a los productores con respecto a los pollos, porcinos y caprinos. En el 2016, el precio del kilogramo de borrego en pie (precio por animal vivo) fue de \$31.92 pesos, similar a lo que se paga por ganado bovino (\$33.06) (Figura 3).

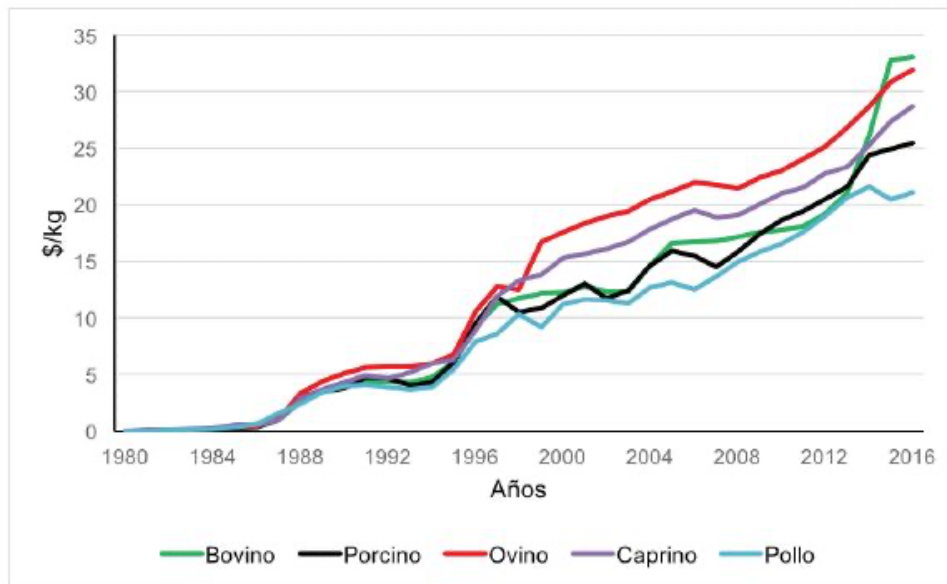


Figura 3. Precios pagados de diferentes especies en pie.

La ovinocultura es una actividad secundaria del sistema agrícola que está asociada principalmente con el cultivo del maíz y depende de la mano de obra familiar, que son alimentados en pastoreo y complementan la alimentación en épocas de secas con rastrojo y maíz, la cual la venta de ovinos les genera ingresos para complementar el ingreso familiar de los productores.

Los datos que presentamos durante la evolución de la ovinocultura en los últimos 46 años en México, nos muestran que existe una demanda insatisfecha del mercado nacional de esta carne, además es la especie mejor pagada a los productores después de los bovinos, por lo cual es necesario incrementar la producción con las características que el mercado demanda (época del año, cantidad y calidad).

5.2.4. Producción de carne

La carne, (del latín caro, carnis), es la masa muscular de los animales, con sus correspondientes tejidos conjuntivo y graso, nervios y vasos sanguíneos y linfáticos, propia de la alimentación del ser humano. Desde hace más de 50 años, la demanda anual de carne de ovino en México ha sido superior a la producción (actualmente, 39 839 toneladas producidas contra 92 573 mil toneladas demandadas); es por ello que 57% (52 734 ton) de la carne ovina consumida en el país es de importación.

La principal forma de consumo de la carne de ovino es en barbacoa (95%), y 85% de ésta se consume en el centro del país (Estado de México, Distrito Federal, Puebla, Hidalgo, Querétaro, Tlaxcala). En los últimos años ha surgido la demanda de carne ovina en diferentes regiones del país, donde antes no existía, y en las cuales, las formas de consumo son distintas, tales como cordero al pastor, cordero lechal, birria, sustituto de cabrito y en cortes.

5.3. Problemáticas que enfrenta la ovinocultura en México

Como antes se mencionó, aunque la carne y otros productos derivados de ovinos como la leche y la lana, se pagan a buen precio hay una demanda insatisfecha y un gran mercado potencial, es una actividad con una amplia generación de empleos.

¿A qué se debe esto?

Uno de los problemas es la pobre eficiencia productiva de los rebaños, ya que existe una población de hasta 6.4 millones de animales, de la que solo se sacrifica un 32.8% para consumo, cuando en otros países se rebasa el 50%. Gran parte de la carne de borrego que se produce en México o se importa, es destinado para la elaboración de la barbacoa (95-98%), solo el resto se destina a cortes finos.

La barbacoa es originaria del centro del país (Estado de México, Hidalgo y Tlaxcala) aunque es un platillo difundido por todo el país. El Estado de México, es el mayor acopiador, transformador, comercializador y consumidor de ovinos en barbacoa a nivel nacional.

El problema principal de la ovinocultura en México es que la producción nacional de carne de ovino no satisface al 100% la demanda del mismo, por lo que México se ve obligado a importar carne del extranjero.

Un problema muy marcado es la baja eficiencia de las producciones, esto se debe al limitado acceso que se tiene a las tecnologías actualizadas relacionada a la producción ovina, eso conlleva a los ganaderos a seguir con técnicas obsoletas que no mejoran sus rendimientos.

También la falta de información de avances científicos en materia de ovinos genera un retraso en la manera de producir, actualmente se llevan a cabo muchos experimentos que aportan avances en áreas importantes como nutrición, reproducción, técnicas de manejo, crianza y bíosanidad que ayudan a los sistemas a ser más rentables y eficientes.

5.4. Razas ovinas en México

El valor de una raza o genotipo radica en que se pueda identificar en ella un comportamiento acorde con los objetivos del sistema de producción y con el nivel de recursos disponibles del predio (alimentos, mano de obra, infraestructura, facilidad de manejo) (GONZÁLEZ, 2020).

Los animales que conforman el ganado ovino son buenos productores de leche y carne, pero también lo son como proveedores de lana que se emplea en la industria textil para la confección de diversos tipos de tela, entre ellos, la lana.

En México el ganado ovino, en su mayoría, es de tipo criollo y un porcentaje menor es de razas puras como: Suffolk, Hampshire, Rambouillet, Dorper, Pelibuey, entre otras. En 2016, la producción nacional de ganado ovino en pie fue de casi 118,000 ton., de las que se destinaron para carne en canal 60,300 ton. El 95% de la carne de borrego en México se consume en forma del platillo típico conocido como barbacoal (GONZÁLEZ, 2020).

5.4.1. Raza suffolk

La oveja Suffolk es una raza oriunda del Reino Unido que en las últimas décadas se ha introducido en los ganados ovino españoles por su buena aptitud cárnica.

El origen de la oveja Suffolk está en la unión de ovejas Norfolk Horn con carneros Southdown, en Reino Unido, y en un principio se les conocía como “caras negras”.

Las ovejas Suffolk se diferencian rápidamente porque son de tamaño mediano a grande, con la cabeza y las patas negras, sin lana. Su lana es densa y libre de fibras negras; sus patas rectas, con el hueso plano y ancho, bien musculosas y aplomadas, y sus pezuñas resistentes y fuertes.

El tronco de las ovejas Suffolk es amplio y bien balanceado, el pecho es profundo y bien definido, con las costillas arqueadas, largas y bien recubiertas.

Las orejas son delgadas y largas, horizontales, con una ligera inclinación hacia delante. Son animales con una alta capacidad de adaptación a diferentes entornos y medios, tanto en cuanto al clima como en lo referente a los suelos.

La raza de oveja Suffolk es muy codiciada por varios motivos. El primero y más conocido por su alta tasa de crecimiento, demostrado por diferentes estudios independientes, que consiguen que los corderos puedan comercializarse antes (por tanto, se reducen los costes de producción en la cuadra) y que puedan llegar a pesos más altos (en función de los gustos del consumidor).

Por otra parte, la oveja Suffolk es de parto fácil, debido a sus características morfológicas (zona pélvica amplia), tiene aceptables cualidades maternas y se trata de una raza muy prolífica, con un índice de prolificidad de 1,62, superando el 1,7 en hembras adultas.

Los corderos (que al nacer son negros, pero a los dos meses ya se les va blanqueando el pelo), nacen con un peso medio de entre 4 y 6 kg y tienen una capacidad de aumento de peso de entre los 250 a 600 g al día.

Por todas estas características, y por su buena capacidad de adaptación hace años que los machos de ovejas Suffolk se utilizan como raza mejorante en cruces con ovejas de otras razas. El objetivo de estos cruces es mejorar la raza con unos ejemplares con una mayor calidad. De hecho, se han utilizado sementales de raza Suffolk (que destacan por su aptitud cárnica y su rápido crecimiento) sobre hembras de razas autóctonas españolas como la Rasa Aragonesa, ya que este sistema es el más rápido, simple y económico para incrementar la producción de carne de ovino.

5.4.2. Raza Hampshire

La raza ovina Hampshire tiene su origen en la región de Hampshire, Inglaterra. En la década de 1820, se realizó un cruce entre la raza Southdown y la raza Wiltshire Horn, lo que resultó en la raza Hampshire. Hoy en día, la raza Hampshire se puede encontrar en todas partes, desde Europa hasta América del Norte y del Sur, África, Australia y Asia.

La raza ovina Hampshire es conocida por su tamaño y su musculatura. Esta raza de ovinos tiene una cabeza grande y una cara negra distintiva, orejas negras, así como una lana gruesa y resistente. Esta raza ovina también es conocida como Cara Mora. Su cuerpo es robusto y musculoso, lo que la convierte en una excelente opción para la producción de carne. Los corderos Hampshire tienen un rápido crecimiento y pueden alcanzar un peso de mercado en un período relativamente corto de tiempo. Además, su carne es de alta calidad y muy sabrosa.

La raza Hampshire también es conocida por su excelente perfil de conversión alimenticia. Los ovinos Hampshire son capaces de convertir el pasto en carne a un ritmo impresionante, lo que significa que se necesitan menos recursos para producir la misma cantidad de carne en comparación con otras razas de ovinos. Esto los convierte en una opción rentable y sostenible para los criadores de ovinos que buscan maximizar la eficiencia de su producción.

En cuanto a su productividad reproductiva, la raza ovina Hampshire es conocida por ser fértil y por tener camadas de corderos grandes. Las ovejas Hampshire generalmente tienen de dos a tres corderos por parto, y estos corderos crecen rápidamente y son capaces de alcanzar un peso de mercado en un corto período de tiempo.

La tasa de parto de la raza Hampshire es también bastante alta en comparación con otras razas de ovinos, lo que la convierte en una excelente opción para los criadores de ovinos que buscan maximizar la productividad de su rebaño. Otras razas de buenos rendimientos cárnicos son la raza texel y dorper.

Además de sus características físicas y productivas únicas, la raza Hampshire también es conocida por su resistencia y adaptabilidad. Esta raza de ovinos es capaz de adaptarse a una amplia variedad de condiciones climáticas y ambientales, lo que la convierte en una excelente opción para los criadores de ovinos que viven en áreas con climas cambiantes o extremos. Los ovinos Hampshire también son resistentes a muchas enfermedades y parásitos comunes, lo que los hace más fáciles de criar y mantener.

En conclusión, la raza ovina Hampshire es una excelente opción para los criadores de ovinos debido a sus características físicas, productivas y reproductivas únicas, así como su resistencia y adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales. La raza Hampshire tiene una historia rica y una presencia global, lo que la convierte en una opción popular para la producción de carne en todo el mundo.

Las características físicas musculosas de los ovinos Hampshire, junto con su excelente perfil de conversión alimenticia, hacen que esta raza sea muy rentable para los criadores de ovinos. Además, su alta tasa de parto y crecimiento rápido de los corderos hacen que la producción sea más eficiente y productiva. La resistencia de la raza Hampshire a enfermedades y parásitos comunes, así como su adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas y ambientales, también la convierten en una opción sostenible para los criadores de ovinos.

5.4.3. Raza rambouillet

La raza merina de Rambouillet, en francés Mérimos de Rambouillet (o simplemente merina francesa o Rambouillet) es en la actualidad una raza ovina francesa originaria de España, de donde fue importada en 1786. De origen español, esta raza fue llevada (importada desde España) a Rambouillet en 1786. La adquisición del primer rebaño por Louis XVI fue objeto de una cláusula secreta en el Tratado de Basilea entre Francia y España.

La raza merina de Rambouillet tiene una cabeza fina y curva. Su nariz está coronada por pliegues y sus orejas son cortas y horizontales. El cuerpo es fornido, con miembros fuertes y de piernas bastante espesas. Su lana blanca es abundante, fina, elástica y resistente. El vellón, que pesa hasta 8 kg en los carneros, cubre todo el cuerpo excepto los salientes de la cabeza y las extremidades. Los machos tienen grandes cuernos espiralados de sección triangular mientras que las hembras no los tienen.

Los carneros tienen un alzado de 70 a 75 cm a la cruz, con un peso entre 70 y 90 kg, mientras que las ovejas miden entre 60 y 65 cm, para un peso que varía entre 45 y 60 kg. La Mérimos de Rambouillet es una oveja rústica, muy bien adaptado a los climas secos. Las ovejas se pueden hacer cubrir fuera de temporada de manera natural. Tienen una prolificidad mediocre de 1,2 corderos por embarazo, y los corderos tienen un crecimiento bastante débil, que llega apenas a 200 g por día entre los 10 y 30 días. En cambio, produce una lana de muy buena calidad, de mechass blancas homogéneas, elásticas y resistentes, midiendo entre 60 y 70 mm. El espesor medio de la lana está entre 18 y 22 micrones.

5.4.4. Raza dorper

Existe desde 1930, creada para soportar ambientes severos, de climas y temperaturas extremas en las zonas áridas de Sudáfrica.

Es una oveja de carne, con gran capacidad de conversión de pastura en carne (en menos de 4 meses alcanzan fácilmente 35 kilos) Los machos rondan los 100 kilos y las hembras entre 60 y 70. El índice de fertilidad es del 150%. (Ovino de la raza Kathadín)

La hembra debe conservar una condición razonable mientras cría a su cordero, para estar lista para el siguiente ciclo de apareamiento. Sea justo, sin embargo, con sus animales bajo condiciones de sequía y pasto malo o si una hembra tiene que alimentar gemelos o corderos múltiples, etc.

Tiene altas tasas de fecundidad, con altas tasas de crecimiento y resistencia, sus partos son múltiples y tienen un promedio de crías de 2.25 corderos por año.

Tiene la cabeza negra y es una de sus características, las hay de cabeza blanca y se denominan White Dorper. Es de fácil cuidado, que requiere una aportación mínima del trabajo. Su piel es gruesa, que es muy apreciada y protege a las ovejas bajo duras condiciones climáticas

Las madres cuentan con buen instinto maternal, facilidad en el parto y larga vida productiva. Se logran promedios de 35 a 45 kg a los tres meses y medio de vida, solamente con pastoreo. El gusto de la carne es suave y magra. (La ‘oveja africana’, un privilegio para el ecosistema de Santander)

Tiene un crecimiento diario promedio de 230g por día. Sus canales son de buena conformación y buena distribución de grasa, particularmente en los cuartos superiores que es la carne de mayor calidad y precio, dicha composición del canal es de 13.4% de hueso, 64.7% de músculos y 21.8% de grasa.

5.4.5. Raza pelibuey

La raza Ovina Pelibuey tiene sus orígenes en África, cuyas mejoras se le hizo a la oveja enana africana obteniendo como producto la raza Pelibuey, la cual se considera una raza dominante en Cuba y es conocida como carnero de pelo de buey, Cuban Hairy y cubano rojo, la cual constituye cerca del 75 % del contingente de ovejas de ese país, se expandieron también en algunas islas del Caribe.

La raza pelibuey no cría lana, siendo una raza de netamente de pelo (deslanada); que les da una gran adaptación a los ambientes tropicales donde las ovejas con lana no sobreviven. En México es conocida como Tabasco y además se encuentran en países a lo largo de América llamada también oveja de pelo de tipo americano.

Los ovinos Pelibuey son una de las principales razas que existen en Latinoamérica. Su hábitat natural son las regiones cálidas: tropicales, subtropicales e incluso áridas (Wildeus, 1997).

Exhiben una alta adaptabilidad, lo que ha propiciado que actualmente se encuentren difundidos por todo el territorio nacional.

Los machos Pelibuey son de 8 a 9 cm más largos que las hembras. tienen cola medianamente larga, los machos tienen una ligera melena, las hembras no la presentan. La mayoría de las ovejas de esta raza son de coloración bermeja, encontrándose algunas ovejas pelibuey con tonalidades más oscuras llegando al rojo caoba.

La cara y patas generalmente presentan una tonalidad más clara que el resto del cuerpo. Algunas veces pueden presentar lunares blancos en la frente y punta de la cola, como también pueden existir ejemplares blancos y negros o llamados barriga negra.

El peso adulto para los machos varía entre 45 y 60 kg y para la hembra entre 37 y 47 kg así mismo los pesos al nacimiento promedian en 2.8 kg, pudiendo ser más elevado en las ovejas de segundo parto. Para el caso de los pesos al destete varían según la lactancia (generalmente 60 y los 90 días) y van de los 11 a los 16 kg.

Las ganancias de pesos durante la lactancia y después del destete también se muestran variables, pues ambas dependen del manejo tanto de la madre como de la cría.

En este parámetro la alimentación es determinante. Así en estabulación y con un sistema alimentario a base de forraje y un suplemento se llega a 250 y 350 g diarios por animal y solo pastoreo entre los 102 y 119 g

Para los índices de mortalidad también se muestran diferencias productivas y están determinados principalmente por el sistema de producción, siendo en los extensivos donde ocurren las mayores pérdidas con respecto a los intensivos.

Bajo condiciones normales de explotación los corderos alcanzan a los 90 días de edad alrededor de 14 kg, y a los 300 días 39 y 35 kg para los machos y hembras, respectivamente.

Su rendimiento en canal esta entre 40 – 45%;

Peso al sacrificio no se realiza a edades muy tempranas por los que son animales de crecimiento lento, esto obedece a que los ovinos de este tipo no han sido mejorados para tal función (Leupolz, 2000).

5.5. Situación actual de la ovino-cultura en el Estado de México

El Estado de México es el más importante productor de ovinos, pues concentra el 30% del inventario nacional (Rural, 2017).

El Estado de México aporta a la producción pecuaria el 7.8% con (620,405 t de carne) a nivel nacional; los municipios líderes por valor de producción son Jilotepec, Zumpango, Texcoco, Polotitlán y Chalco. La población ovina estatal está compuesta por 1, 450,000 cabezas, ocupando el 16.3% del padrón ovino nacional; el aporte de la entidad al volumen total de carne en canal fue de 5.9% (9,068 ton. reportado) (SIAP, 2018).

Destacan ocho distritos de desarrollo rural en producción de carne ovina, los cuales son: Atlacomulco, Ixtlahuaca, Toluca, Texcoco, Zumpango, Valle de Bravo, Jilotepec, Coatepec Harinas y Tejupilco. La mayor producción se encuentra en la zona del valle de Toluca, integrada por 24 municipios; nueve de ellos aportan el 68% de la carne ovina producida: Xalatlaco, Zinacantepec, Temoaya, Almoloya de Juárez, Toluca, Lerma, Santiago Tianguistenco, Tenango del Valle y Capulhuac (GONZÁLEZ, 2020).

De 100% de la población económicamente activa del Estado de México, el 14% ejerce labores pecuarias, siendo la ovinocultura una de las actividades con más importancia, aportando el 16.3% a la producción nacional con 9,068 ton. de carne en canal.

En el Estado de México la producción ovina en 2018 resultó con 9,068 ton. de carne reportado, 412,689 cabezas de ganado y peso en carne de canal de 21,972 kg, es la entidad más importante productora de ovinos, pues concentra el 30% del inventario nacional, le siguen Hidalgo con 25% y Veracruz con 15%.

5.6. Mercado de la carne de ovino en el Estado de México

Existen dos indicadores para estimar el consumo de carne de ovino: el Consumo Nacional Aparente (CNA), el cual se obtiene de la producción nacional, más las importaciones, menos las exportaciones y el consumo per cápita anual, que se refiere al consumo realizado por cada habitante al año.

En el caso de carne de ovino, se estima un consumo per cápita de entre 0.800 y 1.0 kg. En México, el 95% del consumo de la carne de ovino es principalmente en forma de barbacoa y mixiote y se degusta en diferentes festividades durante el año, aunque en los mercados populares de la región centro del país se consume diariamente (Vázquez-García, 2013; Espinoza-Marín *et al.*, 2017; Hernández-Marín *et al.*, 2017). En otros casos, la barbacoa está considerada como platillo de lujo, alcanzando un costo de entre \$400 y \$570 pesos el kilogramo. Para comprender cómo se distribuye el ovino en pie, su carne y subproductos, es importante mencionar la existencia de dos tipos de mercado en México, los “mercados informales” y “mercados formales”.

Al hacer referencia a los “mercados informales, no solo se habla de producción de ovinos de traspatio, ya que, como se mencionó anteriormente, este tipo de producción beneficia a muchos pequeños productores. El término “informal” hace referencia a una serie de malas prácticas que aún se realizan de forma cotidiana en México durante la producción ovina. El ganado es acopiado poco a poco con distintos productores, centro de acopio, mercados ganaderos y otros diferentes orígenes; posteriormente se documenta y moviliza con guías y certificados en los que solamente se acredita un lugar de origen único, con lo que resulta imposible cualquier tipo de trazabilidad en caso de alguna contingencia zoonosanitaria o problema de salud pública.

El municipio de Capulhuac, en el Estado de México, es el mayor productor de carne de ovino en el país, con un inventario aproximado de 400 mil cabezas por año procesadas para matanza. En esta área, existen 350 feedlots o corrales de engorda intensiva de ovinos, 700 procesadores de carne y aproximadamente 115 conductores profesionales de transporte ovino.

En este mismo municipio existen 8 rastros especializados; sin embargo, el 60% de la matanza se realiza en casas de matanza e incluso traspatios (Pulido *et al.*, 2019). En 2019, una organización llamada “Igualdad Animal”, se filtró a base de engaños en granjas y lugares en donde se realizaba la matanza de ovinos en Hidalgo y Estado de México; realizó un video llamado “Barbacoa de borrego en la clandestinidad”, en donde se muestran varias de las prácticas que se realizan en el día a día

De acuerdo a los antecedentes mencionados hasta ahora, sobre el punto de vista sanitario, son evidentes las deficiencias en cuanto a la higiene y la inocuidad. Al no procesar a los animales en instalaciones autorizadas por la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) y el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), no se llevan a cabo los procesos de supervisión y verificación por parte de un médico veterinario, lo que representa un importante riesgo para los consumidores.

A manera de ejemplo, recientemente se llevó a cabo el análisis de datos de una planta Tipo Inspección Federal (TIF) en la zona centro del país, en donde sorprendentemente se ha observado un importante aumento de las parasitosis en ovinos. Los problemas parasitarios representaron el 22% de los decomisos realizados en 2019 en esta planta; en algunos casos realizando el decomiso total de la canal y sus vísceras por la presencia de quistes parasitarios en músculo.

El 95% de la carne de borrego, en México, se consume en forma de barbacoa (Rural, 2017). La región del valle de Toluca-Atlacomulco se considera con amplia tradición en la cría de ovinos, y, desde el punto de vista agroecológico, existen dos grandes sistemas de producción, los de humedad residual y el de temporal.

La actividad agropecuaria tiene una fuerte influencia social al estar caracterizada por ganadería de traspatio, familiar y de mediano productor; así como combinaciones con otras actividades económicas de comercio y de servicios (GONZÁLEZ, 2020)

Tratándose del mercado de la carne de ovino en México, se debe citar que es pequeño comparado con el bovino, porcino y el avícola, sin embargo, es precisamente por esta razón que no deja de ser un nicho de oportunidad. Los requerimientos para producir esta carne son relativamente menos complejos que las otras especies y las ventajas económicas, ambientales y sociales que nos brinda esta especie son mayores y más fáciles de alcanzar para grandes, pero también para pequeños productores. Sin embargo, aún hay un gran trabajo por realizarse en cada eslabón de la cadena de producción ovina, sin dejar de lado, los últimos eslabones de la matanza y la comercialización.

5.6.1. Procesamiento tipo TIF y oportunidades de mercado

Los procesos de inspección en las plantas tipo TIF, permiten asegurar y destruir todo aquel producto que no sea apto para el consumo humano. La certificación TIF es un reconocimiento que otorga la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) a empresas que cumplen con los estándares de higiene e inocuidad que establece la normatividad mexicana de productos cárnicos.

Como un ejemplo de éxito en la cadena de producción ovina, en el estado de Hidalgo, se construyó una empresa bajo las especificaciones para la construcción y equipamiento de establecimientos para matanza de animales e industrialización de productos cárnicos (NOM-008-ZOO-1994 y NOM-009-ZOO-1994). Al ostentar el sello TIF, la empresa San Antonio Atlehuitzia (TIF 725), logró acceder a mercados de mayor poder adquisitivo con la comercialización de productos frescos y cocidos, como barbacoa al alto vacío y otros derivados de la carne de ovino elaborados bajo estrictos estándares de calidad. La empresa reprodujo el sistema tradicional de cocción de la barbacoa a un medio industrializado, implementando el sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control o HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) aplicando controles de temperatura, tiempo y humedad, con el objeto de mantener un producto inocuo.

Las empresas mexicanas con estas certificaciones, podrán mejorar su imagen empresarial y diferenciarlas de otros profesionales en el ramo, ya que ofrecerán productos inocuos y con altos estándares de calidad, generando altos niveles de confianza a los consumidores; teniendo acceso a tiendas de autoservicio, cadenas de restauranteras, tiendas gourmet y nichos alternos como es el mercado HALAL y KOSHER. Aunado a lo anterior, las organizaciones con previa autorización podrán exportar sus productos, al ser los establecimientos TIF, los únicos habilitados para exportar. Recientemente, en Estados Unidos de América, la producción de carne de ovino ha disminuido y, en consecuencia, tanto los precios como las importaciones se han incrementado, lo que brinda la oportunidad de abrir nichos de mercado a los productos nacionales.

5.6.2. Agentes y canales de comercialización

Los agentes identificados en la comercialización de los ovinos de pelo fueron el productor, el acopiador de ovino en pie, el barbacoero y el consumidor final. Estos agentes forman varios canales de comercialización que permiten que los productos y subproductos derivados de los ovinos de pelo lleguen a manos del consumidor final.

El canal tradicional utilizado para la comercialización de los ovinos de pelo es el integrado por productor – acopiador de ovino en pie – barbacoero – consumidor final. Dicho canal es similar al comercial del municipio de Capulhuac, Estado de México, ya que fue productor – acopiador – barbacoero - consumidor final (Mondragón *et al.* 2010).

Otro canal común utilizado por los agentes de comercialización está conformado por el productor quien vende sus ovinos, 49% de su producción, directamente al barbacoero y este al consumidor final. Este porcentaje diferente de lo encontrado en la región noreste de República Dominicana (Valerio *et al.* 2009) ya que se menciona un porcentaje para este mismo canal de 70%. Un canal más corto es cuando el productor vende su producto (30%) al acopiador y éste último al consumidor final.

Por otro lado, está el canal más corto de comercialización, que se realiza de forma directa entre el productor y el consumidor final (D'Aubeterre *et al.* 2007). Su importancia se restringe al 21% de los casos, lo cual es un indicador de la escasa participación activa de los productores en el proceso de comercialización de los productos.

En los canales de comercialización antes descritos, en el tradicional, principalmente, los productores se relacionan directamente con los acopiadores y barbacoeros, por lo que no les permite agregar valor a sus productos y no tienen control en la fijación del precio que es dictado por los agentes intermediarios.

En caso contrario, cuando los productores venden sus productos directamente con el consumidor final permiten al productor disponer de mayor autoridad en la fijación del precio, y además disponen de mayor información sobre los gustos y presencias de los consumidores.

Con respecto a los márgenes de comercialización de la carne ovina transformada (barbacoa) existe un margen elevado de comercialización entre el productor y el consumidor, que es de 82,24% sobre el precio recibido por el productor. El precio pagado al productor fue de 3,43 US\$/kg, en tanto que el precio pagado por el consumidor fue de 19,32 US\$/kg. En este sentido, el margen bruto de comercialización fue de 15,89 US\$/kg, cifra similar al margen bruto total de comercialización en Capulhuac, Estado de México, ya que se obtuvo 13,00 US\$/kg (Mondragón *et al.* 2012).

En cuanto a la participación de los agentes de comercialización en el precio final de la carne de ovino con cocción se resalta que el barbacoero fue el agente que se apropió de la mayor parte del precio final que paga el consumidor final (81,37%), seguido por el productor (17,75%) y acopiador (0,88%). Estos porcentajes coinciden con los márgenes de comercialización relativos a la carne cocida de caprinos en el sur del Estado de México al tener una participación de 20,42% y 79,58% para los productores e intermediarios respectivamente (Rebollar *et al.* 2007)

El barbacoero se apropió de la mayor parte del margen de comercialización, seguido por el productor y acopiador de ovino en pie. El barbacoero y productor presentó los mayores beneficios – costo, seguidos por el acopiador, así como también los mayores costos de comercialización por cada kilogramo de barbacoa vendido.

Los intermediarios (barbacoeros) son el agente más favorecido en el proceso de comercialización al apropiarse del mayor margen, así como obtener la mejor participación del precio final de la barbacoa. Existe una escasa participación del productor en la comercialización del ovino al vender principalmente los ovinos a intermediarios y no directamente al consumidor final.

5.7. Tipos de costos

5.7.1. Costos

Es la suma de las inversiones que se han efectuado en los elementos que concurren en la producción y venta de un artículo o desarrollo de una función (Andres y Napoles, 2016)

Según (Lindegard y Galvez 2001, p.14) se entiende por costo la medición de los esfuerzos asociados con la fabricación de un bien o la prestación de un servicio.

5.7.2. Costo fijo

Son aquellos que no varían cuando se producen pequeñas modificaciones en el nivel de actividad de una compañía.

Según (Del Rio 2012) son aquellos cuya magnitud permanece constante, independientemente de los cambios registrados en el volumen de operaciones realizadas. Por consiguiente, son todos los que no sufren modificaciones, a pesar de que la producción o las ventas aumenten o disminuyan.

5.7.3. Costo variable

Son aquellos en los cuales el costo total tiende a cambiar en proporción directa a los cambios del volumen o de producción, por lo tanto, el costo unitario, permanece constante.

Según (Del Rio 2012) son aquellos cuya magnitud cambia en razón directa con el volumen de las operaciones realizadas.

Con relación a la producción, son los que sufren aumentos o disminuciones proporcionales a los crecimientos o menguas registrados en el volumen de ventas u operación.

5.7.4. Costo de producción

Es aquello que representa todas las operaciones realizadas desde la adquisición del material, hasta su transformación en artículo de consumo o servicio (Del Rio 2012)

5.7.5. Inversión

Según (Morales, 2004) refiere básicamente a la aplicación de recursos con la finalidad de obtener un beneficio a futuro, también se entiende como cualquier gasto efectuado para el mantenimiento de la empresa, o se considera como la compra de bienes duraderos que produce una renta monetaria.

5.7.6. *Mano de obra*

Es el esfuerzo físico o mental gastado en la producción de un producto terminado.

Según (Torres et al., 2009) define como el costo del tiempo que los trabajadores invierten en el proceso productivo y que debe ser cargado a los productos.

5.7.7. *Depreciación*

Es la pérdida de valor de un bien o activo (maquinaria, edificio, equipos, etc.) que sufren debido al uso, desgaste u otros factores.

También se puede decir que es el proceso por el cual un activo disminuye su valor y utilidad con el uso o con el tiempo (Mora et al., 2012)

5.8. Presupuestos

Cada vez hay mayor incertidumbre sobre las variables internas y externas que pueden afectar positiva o negativamente a la contabilidad y las operaciones en las empresas, donde la competitividad y la demanda es cada vez más selectiva y donde la calidad como estrategia competitiva es la diferenciación; es aquí donde el tema de presupuestar juega un papel de gran relevancia, puesto que con aspectos dados del entorno económico y del conocimiento que poseamos de la empresa, podemos pronosticar el comportamiento que tendrán las cifras económicas, para saber de esta forma si estamos generando valor o si por el contrario se necesitan estrategias para mejorar constantemente en las operaciones de la compañía.

La presupuestación debe ser parte fundamental de la función de Planeación, especialmente la económica; su proyección debe poner en manos de la Alta Dirección el diagnóstico, balances y necesidades de los principales recursos materiales y financieros para apoyar a la toma de decisiones. De ahí que el presupuesto sea una excelente herramienta de planeación, control y toma de decisiones.

En un principio se necesita definir un presupuesto, este se entiende como un plan integrador y coordinador que expresa en términos financieros con respecto a las operaciones y recursos que forman parte de una empresa para un período determinado y bajo ciertas condiciones, con el fin de lograr los objetivos fijados por la alta gerencia aplicados a cada centro de responsabilidad de la organización.

Los presupuestos se pueden clasificar según su flexibilidad, según el período que cubran, según el campo de aplicabilidad en la empresa, según el sector en el cual se utilicen, según su contenido, según su reflejo en los Estados Financieros, según las finalidades que pretende, por programas, por objetivos, por resultados, por actividades, maestro, base cero.

5.8.1. Presupuesto basado en actividades

El presupuesto basado en actividades parte del análisis y configuración de un programa de tareas, actividades y consiguientemente procesos, con el fin de lograr mayor eficiencia, por medio de la mejora continua y la eliminación de aquellas actividades que no generan valor, es considerado en la actualidad, dentro de la gestión empresarial, como una herramienta para tener éxito en el uso adecuado de la información para la toma de decisiones internas y externas.

Su ejecución es más fácil en aquellas empresas u organizaciones que tengan importantes recursos financieros y que utilicen el Sistema de Costos y Gestión ABC/ABM que basa su operatoria también en las actividades.

El Sistema de Costos Basado en Actividades basa su operatoria en una adecuada identificación de las actividades de una empresa, y en un sistema de cálculo e imputación progresiva de los costos a través de éstas.

El presupuesto basado en actividades - ABB es una herramienta que se utiliza con el propósito de controlar y manejar efectivamente los gastos e ingresos en una empresa, por esto se hace imprescindible la clasificación de las partidas que avalan las cuentas de dicho presupuesto.

Es la adaptación de la filosofía del Costo Basado en Actividades -ABC al proceso de formulación de presupuestos. Con la utilización del ABB se pretende que éste se centre en las actividades, pues son éstas las generadoras de costos y se estiman los recursos a utilizar teniendo en cuenta los outputs a obtener y los factores que causan los costos de las actividades a desarrollar. El ABB requiere del conocimiento de los procesos y de la estructura de los productos, a través de una definición apropiada de las actividades.

El Presupuesto Basado en Actividades da la posibilidad de desarrollar ventajas competitivas a las organizaciones que utilicen esta herramienta de gestión empresarial juntamente con los Sistemas de Gestión y Costos Basados en las Actividades (ABC/ABM).

Los presupuestos basados en actividades son más útiles para las necesidades de las empresas con diversidad de productos, ya que significa que se requiere del conjunto más rico posible de generadores de costos basado en actividades para describir su estructura de costos.

5.9. Promotores de crecimiento

Mejorar la productividad y rentabilidad en los sistemas de producción de carne ya sea en estabulación o en pastoreo es la meta de la mayoría de los ganaderos.

Cada vez incrementa la demanda la población mundial por lo que se busca la mejora continua de los métodos de producción, introducción de nuevas tecnologías, la explotación de nuevas fuentes de alimentos y la continua intensificación de la producción y de la calidad.

El uso de los aditivos y promotores de crecimiento en producción animal resulta importante porque constituye una herramienta eficaz para producir alimentos de forma más eficiente; además, de que mejoran los procesos metabólicos, modifican la fermentación ruminal, reducen la incidencia de problemas metabólicos y reducen la acumulación de grasa.

Los promotores de crecimiento son sustancias que se añaden a los alimentos como suplemento o son administrados por medio de inyecciones y son utilizados para incrementar la eficiencia de conversión alimenticia, la ganancia diaria de peso, la calidad de la canal y la producción láctea.

Aunque los promotores de crecimiento pueden mejorar la eficiencia con que los animales usan el nitrógeno de la dieta para formar aminoácidos y construir sus propias proteínas, la mayoría de los promotores de crecimiento, aceleran la retención de nitrógeno en el cuerpo.

Los promotores de crecimiento están divididos en 5 grupos: los aditivos en alimentos, los implantes anabólicos hormonales (estrógenos y andrógenos), la hormona de crecimiento o somatotropina bovina (BST), agentes de repartición (β -agonistas) y probióticos.

Todos los aditivos alimenticios no nutritivos que estimulan el crecimiento pueden ser descritos como promotores de crecimiento.

5.9.1. *Uso de promotores de crecimiento en la alimentación de corderos*

Debido a un incremento en la demanda de productos cárnicos fue necesaria la intensificación de sistemas de producción de bovinos, ovinos, y porcinos carne, cuyo principal objetivo es incrementar la producción de carne en el menor tiempo posible y con el menor costo, además de que el producto resultante sea de calidad teniendo menos contenido de grasa (Bohorov 1995, citado en Romero 2011).

El empleo de promotores de crecimiento en la alimentación animal permite mejorar las tasas de crecimiento y la disminución de los índices de consumo.

Comúnmente se conoce como promotor de crecimiento a toda aquella sustancia que no es vital para la función biológica pero que es capaz de aumentar la velocidad de crecimiento o mejorar la conversión alimenticia; dentro de estas sustancias se encuentran antibióticos, enzimas, ácidos grasos, hormonas, modificadores del metabolismo o agentes repartidores de energía representando a este grupo último están los β -AA y la hormona del crecimiento (Sumano y Ocampo, 1997) y (Fardo *et al.*, 2011).

Una de las condicionantes de los promotores de crecimiento es la inocuidad, es decir, estas sustancias no deben poner en riesgo la salud de los animales que lo ingieren ni mucho menos la salud de las personas que consumen los productos y derivados de esos animales (Sumano y Ocampo, 1997).

5.10. β -Agonistas adrenérgicos

En la farmacología en el año de 1903 se describió el uso de la epinefrina o adrenalina. La isoprenalina o isoproterenol, un análogo de la adrenalina fue descubierta a finales de 1930 se caracterizaba por tener un potente efecto broncodilatador y estimulación cardíaca.

En la actualidad los fármacos β_2 agonistas de acción intermedia son utilizados para el tratamiento de crisis asmática en la clínica humana (Rodrigo y Rodrigo, 2002).

Moody *et al.* (2000), menciona que el uso de las catecolaminas en especial la adrenalina sucede en 1960, cuando se aplicaba en cerdos de manera subcutánea a razón de 0.5 mg/día por un periodo de 14 días, teniendo efecto en la reducción de grasa de la canal. La historia de los β -AA análogos de las catecolaminas con fines zootécnicos inicia en 1980 usando modelos binomiales en roedores y posteriormente se utilizó el clenbuterol en bovinos con el objetivo de mejorar la cantidad de músculo en la canal y disminución del contenido de grasa (Ricks *et al.*, 1984).

Los β -AA son compuestos sintéticos parecidos en estructura y función a la de las catecolaminas, hormonas que se encuentran de manera natural en los mamíferos, las catecolaminas (dopamina, norepinefrina y epinefrina) son una de las principales hormonas reguladoras del metabolismo, encargadas de regular la velocidad y contracción del corazón, disminuyen la motilidad y secreciones de varias porciones del tracto gastrointestinal, causan bronco dilatación, disminuyen la secreción de insulina, ejercen un rol importante en concentración de dos sustratos importantes la glucosa y ácidos grasos libres.

Las catecolaminas aumentan la concentración de glucosa en sangre a través de dos vías la glucogenólisis y gluconeogénesis; su acción lipolítica es a causa de hidrólisis de los triglicéridos por medio de la enzima lipasa-hormono sensible (NRC, 1994).

Errecalde (2003), menciona que los β -AA mimetizan la función de las catecolaminas, por lo que ejercen las mismas funciones metabólicas respecto a la lipólisis y glucogenolisis e incluso su efecto puede llegar a ser más potente.

La norepinefrina es una catecolamina del sistema nervioso simpático, es sintetizada a partir de la tirosina, esta se encuentra en el suero en cantidades altas, es secretada por la corteza suprarrenal y nervios simpáticos.

La epinefrina es sintetizada y secretada únicamente por la medula adrenal, y se encuentra en concentraciones más bajas que la norepinefrina en la mayoría de los mamíferos, pero durante el estrés, ésta normalmente responde en mayor medida que la norepinefrina. La epinefrina es sintetizada a partir de la norepinefrina y es un producto de la metilación de la norepinefrina (Mersmann, 1998 y Errecalde, 2003).

En su estructura química, los β -AA poseen un anillo aromático de benceno que es importante por ser el que les proporciona una actividad biológica definida.

La mayoría de este tipo de agonistas se bio-transforman y se inactivan rápidamente por efecto de las enzimas catecol-O-metil-transferasa tisulares, las cuales metilan los hidroxilos en su anillo aromático, tal es el caso del isoproterenol y la dobutamina (Sumano *et al.*, 2002).

La definición de los β -AA es la siguiente: β - debido a que actúan en los adenoreceptores tipo β , adrenérgicos por que actúan en los receptores adrenérgicos y agonistas debido a que son sustancias capaces de formar un enlace con los receptores de las células desencadenando una acción determinada.

En este caso los β -AA modifican el crecimiento aumentando la síntesis de músculo esquelético y disminuyendo la síntesis de tejido adiposo, en algunos casos mejoran la conversión alimenticia y la ganancia de peso diaria.

Esta respuesta fisiológica es producida cuando los β -AA se enlazan a los receptores β -adrenérgicos (β -AR) (Mersmann, 1998).

5.10.1. Tipos de β -agonistas adrenérgicos

5.10.1.1. Clenbuterol

El clorhidrato de clenbuterol es un aditivo sintético análogo de la adrenalina. Químicamente se describe como polvo blanco, anhidro, muy soluble en agua y altamente estable a temperatura ambiente, su punto de fusión es de 174-175.5 °C. Es un amino 4 amino alfa T butilamino metil 3, 5 diclorobenzil alcohol (Ishikawa, *et al.*, 2009).

Tiene la capacidad de interactuar con receptores adrenérgicos, generalmente del tipo β_2 (Mersmann, 1998).

La NORMA Oficial Mexicana NOM-061-ZOO-1999 prohíbe el uso del clenbuterol, debido a los riesgos zoonosológicos y de salud pública que representa al consumir carne proveniente de animales alimentados con dicho fármaco, sobre todo cuando se consumen algunos órganos como el hígado el cual contiene altos niveles de residuos de clenbuterol (Valladares *et al.*, 2015), por lo cual el uso del clenbuterol sólo está autorizado para uso terapéutico aprobado en el ámbito nacional, tal como la tocolisis o como una terapia complementaria en las enfermedades respiratorias.

5.10.1.2. *Zilpaterol*

Físicamente es un polvo blanco con granulometría controlada, altamente soluble y estable a temperatura ambiente. Al ser soluble se absorbe a tan sólo 12 horas después de su consumo.

Después de ser metabolizado es rápidamente excretado, en 48 horas el 98 % de la dosis consumida es eliminada por medio de la orina. Se recomienda un periodo de retiro de 72 horas para asegurar que el 99% de la dosis haya sido excretada.

El clorhidrato de zilpaterol no es un aditivo tóxico para el consumidor final, no produce mutaciones, ni genotoxicidad y no afecta en la reproducción (Merck y Dohme 2015^a, citado en Vargas y Longo 2017).

El clorhidrato de zilpaterol es un agonista de los receptores adrenérgicos- β 2 (β 2-AA) que se emplea como promotor del crecimiento en especies de ganado bovino. Su función es aumentar la carne magra.

Se administra por vía oral al ganado durante los últimos 20 días, después de este tiempo pierde su eficiencia. Debe de respetarse un periodo de retiro de tres días antes de sacrificar a los animales.

El ganado tratado puede enviarse al matadero hasta siete días después del período de espera de tres días y mantener los beneficios relativos al rendimiento (Codex Alimentarius, 2016).

El zilpaterol es uno de los β 2-AA más utilizados en rumiantes específicamente en ovinos debido a su mejor respuesta en comparación con la ractopamina, Robles *et al.* (2009), al comparar ractopamina (20 ppm) con el zilpaterol (6 ppm), reporta significancias ($p < 0.01$) respecto al testigo en ganancia diaria de peso y eficiencia alimenticia, pero el efecto el más grande en el zilpaterol (+10 %) respecto a la ractopamina. En las características de la canal no reporta diferencias, únicamente el zilpaterol disminuyó la grasa pélvico-renal ($p < 0.01$). Atribuyendo esto a que los β 2-AR tienen más especificidad y afinidad por el zilpaterol.

5.10.1.3. *Ractopamina*

La ractopamina es utilizada con mayor frecuencia en cerdos, el efecto que tiene este β -AA en la eficiencia alimenticia, consumo de alimento y características de la canal depende de la dosis utilizada, de modo que dosis de 5 ppm tiene efecto sólo en la ganancia de peso y conversión alimenticia, mientras que dosis de 20 ppm tiene efectos en la ganancia de peso, conversión alimenticia y características de la canal (Brumm *et al.* 2004, citado en Ríos *et al.*, 2010).

Lawrie (1998), menciona que la ractopamina causa un notable efecto en la síntesis de masa muscular, esto está correlacionado con un aumento de ARNm responsable de la síntesis de 1/3 de la cadena ligera de la miosina y del responsable de la síntesis de la actina.

VI. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS PRODUCTOS COMERCIALES UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN

6.1. Racmina premix® 10%

N° de Registro: Q-7833-170

Premezcla promotor de crecimiento

Descripción: RACMINA PREMIX® 10% es un promotor de crecimiento elaborado con Clorhidrato de Ractopamina, perteneciente al grupo de los β -agonistas, que promueve la síntesis y depósito de proteína en las fibras musculares, incrementando la ganancia diaria de peso y mejorando la eficiencia y conversión alimenticia del ganado bovino para carne en la etapa de finalización.

Fórmula: Cada 100 g contienen: Clorhidrato de ractopamina 10.0 g Excipiente especial 100.0 g

Características físico-químicas: El nombre químico de la ractopamina es 4-[1-hydroxy-2- [4-(4-hydroxyphenyl) butan-2-ylamino]ethyl]phenol.

La ractopamina es estructuralmente similar a las catecolaminas (epinefrina y norepinefrina) y tiene una alta afinidad hacia los receptores β - adrenérgicos de la membrana celular en los tejidos adiposo y muscular.

Mecanismo de acción: El Clorhidrato de ractopamina es una molécula orgánica que se une a los receptores β - adrenérgicos de la membrana celular, dando lugar al complejo agonistareceptor, el cual activa la proteína Gs1. La sub unidad α de la proteína Gs activa a la adenilato ciclasa que es una enzima que produce el monofosfato de adenosina cíclico (AMPC) que es una de las principales moléculas de señalización intracelular.

Esta molécula produce sus efectos al unirse a la subunidad reguladora de la cinasa proteínica A, para liberar la subunidad catalítica que fosforila a un gran número de proteínas intracelulares.

Estas proteínas tienen el papel de mediar la síntesis de proteínas clave para el funcionamiento celular. Los animales alimentados con agonistas β -adrenérgicos depositan, en sus tejidos, menos grasa y mayor proteína que los que no son alimentados con estos agentes.

Esta reducción en grasa es congruente con la acción bien documentada de la estimulación de los índices de lipólisis y la atenuación de la lipogénesis. Se ha demostrado que el músculo esquelético, en el ganado bovino, tienen numerosos y abundantes receptores β -adrenérgicos en la superficie celular. Investigación previa, ha demostrado que muchos agonistas β -adrenérgicos también son capaces de incrementar la síntesis y disminuir la degradación de proteínas. El efecto neto de estos cambios, es un incremento notable de la proteína en el tejido muscular esquelético, acompañado de hipertrofia.

Farmacocinética: La ractopamina administrada vía oral se absorbe rápidamente alcanzando concentraciones plasmáticas efectivas en 1-3 horas. Se metaboliza en el hígado y se elimina principalmente por orina y heces.

Indicaciones: Racmina premix® 10%, se indica para incrementar la ganancia de peso, mejorar la eficiencia y conversión alimenticia en ganado de engorda durante los últimos 28 a 42 días del periodo de finalización. De acuerdo con las características de la canal que se desea obtener es importante tomar en cuenta el tipo de implantes que se aplicará al ganado, dieta, edad, peso, raza, sexo y condición corporal ya que influirá en las características de la canal.

Recomendaciones de uso: Suplementar Racmina premix® 10%, se recomienda usar durante los últimos 28-42 días previos al sacrificio.

La respuesta a la alimentación con Racmina premix® 10% disminuye cuando se administra más allá de los 42 días. A medida que el ganado bovino llega a la madurez sexual, la composición corporal empieza a modificarse, ya que se observa la disminución paulatina del crecimiento muscular y el notable aumento en el depósito de grasa.

Se ha establecido que la energía requerida para producir un kilogramo de grasa es considerablemente mayor que la requerida para producir un kilogramo de tejido muscular. Racmina premix® 10%, ayuda a utilizar en forma eficiente la energía acortando la fase de finalización del ganado, ya que bajo la influencia de este agonista beta-adrenérgico, la mayor parte de los nutrientes están encaminados hacia el desarrollo muscular sin impactar el grado de constitución de la grasa acumulada. Racmina premix® 10% extiende el periodo de producción de carne más eficiente, lo cual da por resultado una mayor ganancia de peso corporal, ganancia de peso de la canal y producción de carne.

Beneficios del producto: Los efectos de Racmina premix® 10%, y sus propiedades biológicas lo hace diferente de otros β agonistas; los cuales se ven influenciados por el tipo de alimentación, edad de los bovinos, peso, raza, sexo, condición corporal, uso de implantes y/o promotores de crecimiento.

El uso de la Racmina premix® 10% se indica dentro de los últimos 28 a 42 días del periodo de finalización del ganado de engorda, en general, se observan los siguientes resultados: Mejora el aumento de peso vivo entre 4.5 kg y 9.45 kg. adicionales. Aumenta el peso en canal entre 2.7 kg y 8.71 kg. de más. Mejora la eficiencia alimenticia en un 18 a 21%. Incrementa el área del ojo de la chuleta en más de 6%. El efecto sobre el marmoleo de la carne no es tan pronunciado como con otros agonistas beta adrenérgicos.

Dosis y vía de administración del producto: En forma práctica, la dosis de los animales se determina después de hacer el cálculo del peso inicial y del consumo de alimento diario por animal, se procederá a adicionar la cantidad necesaria de Racmina premix® 10%, a la premezcla alimenticia (minerales, vitaminas, etc.), para posteriormente incluir la cantidad adecuada de dicha premezcla al alimento final. O bien, en caso de no utilizar premezcla, se recomienda de la siguiente manera: Para asegurar una distribución homogénea de Racmina premix, se recomienda preparar una premezcla intermedia, mezclando 10 kg de Racmina premix® 10% con 90 kg de grano molido.

La dosis de Racmina premix® 10%, en ganado bovino es de 70 a 430 mg/ cabeza/ día de principio activo; la amplitud en la dosis recomendada va a depender del tipo de beneficio y calidad de la carne que se quiera obtener con el producto, del peso y edad de los animales. La dosis media más utilizada es de 200 a 300 mg/cabeza/día.

Efectos adversos: Utilizando el producto siguiendo las indicaciones, protocolos y dosis, muy raramente se presentan efectos adversos. Algunos de los efectos adversos reportados incluyen estados de conciencia más alertas y activos y mayores dificultades de manejo

Toxicidad: No se han documentado efectos tóxicos de la ractopamina, ya que es de uso veterinario exclusivo y a la fecha no se ha sospechado de un efecto tóxico por la ingesta de productos cárnico derivados del uso de este agente.

Periodo de retiro: En estudios realizados en el Departamento de Farmacia de la Facultad de Química de la UNAM se encontró que los niveles encontrados de ractopamina en diversos tejidos provenientes de bovinos suplementados con establecidos en los Límites Máximos Permisibles (MRLs por sus siglas en inglés) según el JECFA que es el organismo del Codex Alimentarius, por lo tanto, el tiempo de retiro es de 0 días.

Advertencias: El principio activo de Racmina premix® 10% Clorhidrato de Ractopamina, es un agonista β adrenérgico.

Los individuos con enfermedades cardiovasculares deben tener precaución para evitar la exposición del producto. Al mezclar y manejar Racmina premix® 10% use ropa protectora, guantes impermeables no porosos, dispositivos de protección para los ojos y una mascarilla para polvo. Los operadores deben lavarse totalmente con agua y jabón después del manejo del producto. Si ocurre contacto ocular accidental, lávese inmediatamente los ojos con agua. Si persiste el malestar, busque ayuda médica. El Clorhidrato de Ractopamina está aprobado para su uso en el ganado bovino. No debe utilizarse en humanos.

6.2. Grofactor

Promotor de crecimiento y Rendimiento, Agonista Beta-Adrenérgico
Reg. SAGARPA Q-0042-401

¿Para qué sirve?

Se indica en ganado bovino en etapa de finalización en corral de engorda, para mejorar la eficiencia de la conversión alimenticia, la ganancia de peso, el rendimiento de la canal y reducir la acumulación de grasa de cobertura.

Recomendado para: Bovinos

Fórmula: Por cada 100 g de producto comercial se tienen 48 g del ingrediente activo (Clorhidrato de zilpaterol), es decir la presentación tiene una concentración de 4.8%.

Dosis y modo de uso

Administrar continuamente, por 30 días, en la fase final de la engorda: 125 g de Grofactor[®] por tonelada de alimento (a 90% de materia seca); lo que equivale a una dosis de 0.15 mg / kg en animales de 400 kg que consuman 10 kg de alimento diario. Para el cálculo más preciso de la cantidad de Grofactor a incluir en la dieta, se puede considerar el uso de la siguiente fórmula.

$$\frac{3.125(\text{Constante}) \times \text{promedio de peso corporal}(\text{kg})}{\text{Promedio de consumo de alimento (kg)}}$$

= Gramos de Grofactor[®] por tonelada de alimento

Vía de administración: Oral, mezclado en el alimento.

Advertencias: Evítese su ingestión, inhalación y el contacto con piel y ojos. La sustancia activa de Grofactor[®] es el clorhidrato de zilpaterol, un potente agonista beta₂-adrenérgico. En caso de contacto accidental con los ojos, lave abundantemente con agua. En caso severo de ingestión o inhalación, consulte a un médico y muéstrela la fórmula del producto; en esos casos, puede ser útil un agonista beta₂-adrenérgico, como el propranolol, bajo supervisión médica.

Grofactor[®] tiene un excipiente anti-polvo, para reducir el riesgo de intoxicación por inhalación; sin embargo, durante su manejo, se recomienda utilizar equipo de protección (ropa exclusiva, guantes, mascarilla con filtro y gafas).

La presencia de microtrazadores en Grofactor[®], permite trazar el producto en los núcleos y alimentos, lo que facilita al usuario su manejo en el corral de engorda.

Para un almacenamiento prolongado, hasta su caducidad, manténgase en un lugar fresco y seco, perfectamente cerrado a una temperatura máxima de 30°C. En condiciones climáticas extremas (50°C y 90% de humedad), Grofactor® permanece estable al menos por 3 meses.

Manténgase fuera del alcance de los niños y animales domésticos, así como de personas no entrenadas para su manejo.

Período de retiro: El tratamiento debe suspenderse, por lo menos, 72 horas (3 días) antes del sacrificio animal para consumo humano.

6.3. Efecto del clorhidrato de zilpaterol en los parámetros productivos y características de la canal de corderos:

Los resultados en cuanto al uso del clorhidrato de zilpaterol (CZ) han sido muy controversiales, ya que algunos autores reportan mejorías en el rendimiento de los animales, mientras que otros no observan impactos positivos. Salinas *et al.* (2004), utilizando corderos Pelibuey alimentados con una dieta al 14 % de proteína cruda y 2.6 Mcal de energía metabolizable y dosis de zilpaterol de 0, 4.35 y 6 ppm reporta mejoras en el ($P<0.05$) consumo de alimento, ganancia de peso diaria y eficiencia alimenticia en los tratamientos respecto al testigo, y la dosis de 6 ppm aumenta el área del *Longissimus dorsi* ($P<0.05$) y sin significancia en la profundidad de grasa dorsal. Estrada *et al.* (2008), en un periodo de 32 días de experimentación con corderos Pelibuey x Katahdin con dosis de zilpaterol (Zilmax®) 0, 0.15, 0.20 y 0.25 mg/kg de peso vivo, obtuvo óptimos resultados con el tratamiento 0.20 mg/kg de peso vivo de zilpaterol ya que mejoró un 15.8 % ($P<0.03$) la eficiencia alimenticia,

en cuanto a características de la canal reporta un incremento del 2.3 % ($P < 0.04$) en el rendimiento de la canal, además de que la ganancia de peso total ($P < 0.05$), disminución de la grasa renal ($P < 0.01$) y aumento en el rendimiento de la canal ($P < 0.02$) muestran un efecto lineal y en tanto que la ganancia de peso por día muestra un efecto cuadrático ($P < 0.04$) donde la dosis óptima fue de 0.20 mg/kg de peso vivo.

Por otra parte, Aguilera *et al.* (2008), al utilizar el CZ a razón de 6 mg/ kg MS durante un periodo de 60 días reporta un efecto significativo sólo para la variable de ganancia de peso, pero únicamente en los primeros 30 días de experimentación, ya que en los 30 días posteriores no existen diferencias en ningún parámetro productivo. Este efecto lo atribuye a una desensibilización de los receptores beta-adrenérgicos.

En adición Ríos *et al.* (2010), reporta resultados positivos en los parámetro productivos al incluir zilpaterol en la dieta a dosis de 0.12 mg/día/animal y 0.18 mg/día/animal, en los últimos 30 días de finalización, donde los mejores resultados se obtuvieron a una dosis de 0.18 mg/día/animal al aumentar la ganancia de peso diaria en un 40%, y mejorar la eficiencia alimenticia en un 32% comparado con el grupo control, además de que mejoró el rendimiento de la canal en un 2.8%, otros autores también encuentran resultados positivos (Robles *et al.*, 2009).

Macías *et al.* (2013), al utilizar dosis de 0.10 mg/kg de peso vivo por día en corderas durante la primavera encuentra diferencias significativas en eficiencia alimenticia ($P < 0.05$) y ganancia de peso total ($P < 0.05$), de igual manera reporta diferencia en peso de la canal caliente ($P < 0.01$), peso de la canal fría ($P < 0.01$), *área Longissimus dorsi* ($P < 0.01$) y rendimiento de la canal ($P < 0.01$), no hubo diferencias en variables como grasa dorsal y porcentaje de grasa pélvico-renal.

En contraparte Partida *et al.* (2015), no encontró diferencias en los parámetros productivos ni en las características de la canal en 32 corderos Katahdin x Charoláis y 28 Katahdin x Dorper.

Los factores que influyen en el valor de la canal son: el peso de la canal; contenido de carne magra, grasa y hueso de la canal; conformación de la canal y el grosor de la canal (Bianchi *et al.*, 2009). Algunos de estos factores pueden ser mejorados adicionando el clorhidrato de zilpaterol en la dieta de los corderos en la fase de finalización, beneficiando tanto al productor como al consumidor.

6.4. Rentabilidad del clorhidrato de zilpaterol

La engorda de corderos con una dieta a base de granos representa un costo muy importante, debido a esto es importante mejorar el rendimiento del animal. Rebollar *et al.* (2015), realizó un análisis económico del uso del zilpaterol en corderos de engorde, reportó mejoras en el rendimiento de los animales y en el rendimiento de la canal, pero es muy importante remarcar que encontró un aumento en la relación beneficio/costo de 1.11 vs 1.29 para el tratamiento control y tratamiento con zilpaterol respectivamente. Esto es importante ya que representa mayores ganancias para los productores de carne de cordero.

6.5. Desventajas del uso del clorhidrato de zilpaterol

La norma mexicana NOM-061-ZOO-1999 prohíbe el uso de algunos β -AA con excepción del clorhidrato de zilpaterol (CZ) y el clorhidrato de ractopamina (CR).

El uso del clorhidrato de zilpaterol se reducen los riesgos de intoxicación por consumo de cárnicos provenientes de animales alimentados con dicha sustancia por ser menos tóxica y prácticamente no deja residuos en la carne, siempre y cuando se respeten los tres días de retiro (Domínguez *et al.*, 2009).

Por otra parte, una desventaja de utilizar hormonas u otros promotores de crecimiento en la alimentación de los animales condiciona la carne obtenida y el mercado al que se puede ingresar, debido a que la carne producida bajo este tipo de sistemas se ve imposibilitada a entrar a mercados que prohíben el uso de hormonas por la legislación alimentaria, tal es el caso de la Unión Europea y Uruguay (Bianchi *et al.*, 2009).

El uso de los β -AA tienen efectos negativos sobre la ternura de la carne una de las importantes características que determinan la calidad de la carne y la aceptación por el consumidor, este efecto está fundamentado en la disminución de glucógeno y grasa intramuscular, aunado a un incremento de diámetro de las fibras musculares, lo conlleva a una disminución de lubricación entre las fibras musculares y por la tanto la carne tiende a endurecerse, de la misma forma estaría comprometido el descenso del pH post mortem ya que niveles bajos de glucógeno causan un pH elevado de la canal, originando carne de color oscuro y dura (Warris y Col. 1989, citado en Fernández 1993).

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

Durante todo el periodo experimental, los animales fueron cuidados, manejados y sacrificados de acuerdo con los lineamientos de la norma: NOM-051-ZOO-1995, cuidado humanitario de los animales durante la movilización y NOM-033-ZOO-1995: sacrificio de los animales domésticos y de vida silvestre.

7.1. Localización de la zona de estudio

El experimento se desarrolló en la Unidad Metabólica de Nutrición Animal del Centro Universitario UAEM Temascaltepec, de la Universidad Autónoma del Estado de México, en Temascaltepec, la cual se ubica al sur poniente del Estado de México, México. La región presenta un clima templado subhúmedo con lluvias en verano y una precipitación promedio de 1160 mm anuales y temperatura media anual de 22 °C.



Figura 4. Localización geográfica de la zona de estudios

7.2. Animales

Se utilizaron 21 corderos de pelo de distinto tipo racial, 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 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 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 inicio del experimento, los corderos se pesaron individualmente, estratificados de acuerdo a su peso formando 7 bloques (bloqueo del efecto asociado al peso); de esta manera se asignaron los 3 tratamientos al azar dentro de cada bloque con 7 repeticiones por tratamiento.



Figura 5. Corraletas, bebederos y comederos individuales que usaron los ovinos durante el periodo experimental.

7.3. Alimentación

Los ingredientes y la composición química de la dieta se muestran en el cuadro 1, la dieta fue ofrecida en tres frecuencias de alimentación (7, 13 y 18 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 alcanzaran consumo voluntario, la cantidad de alimento ofrecido fue el resultado del consumo del día anterior más un 15%. Los animales recibieron los tratamientos experimentales por 30 días y 3 días de retiro siguiendo las recomendaciones del fabricante.

Tratamientos:

Para la presente investigación se utilizaron tres tratamientos:

1. Tratamiento 1. Dieta basal o testigo.
2. Tratamiento 2. Dieta basal más 10.0 mg de clorhidrato de zilpaterol (CZ)/kg MS: GROFACTOR® Virbac).
3. Tratamiento 3. Dieta basal más 10.0 mg de clorhidrato de ractopamina (CZ)/kg MS: RACMINA PREMIX® Pissa).

El análisis químico proximal de la dieta será determinado en el Laboratorio de Nutrición Animal del Centro Universitario UAEM Temascaltepec, utilizando la metodología propuesta por el AOAC (1990), fraccionamiento de fibras y almidón (Van Soest, *et al.*, 1991).

7.4. Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue un diseño de bloques completamente al azar, donde cada animal fue considerado como unidad experimental. Cada tratamiento se asignó al azar a los animales dentro de cada bloque, se agruparon en siete bloques (Steel y Torrie, 1980).

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta

μ = Media general

T_i = Efecto de i -ésimo tratamiento

β_j = Efecto del j -ésimo bloque

E_{ij} = Error experimental $(0, \alpha^2)$

Análisis de la información económica

Para evaluar el costo de producción existen diferentes metodologías con sustento en la teoría económica de estas la de presupuestos por actividad (PA) es una de las más utilizadas en el sector agrícola (Wiggins et al., 2001; Espinoza et al., 2007; Anaya-Ortega et al., 2009), permitiendo evaluar la eficiencia en la utilización de insumos, el costo de producción y la rentabilidad sobre el sistema analizado (Posadas-Domínguez et al., 2018; Salinas-Martínez et al., 2022), y como resultado de su aplicación genera resultados fáciles de entender para los tomadores de decisiones a nivel de granja y política económica. Por estas características en este trabajo se utilizó el PA y la relación beneficio costo (R B/C) como métodos para evaluar el costo de producción en la elaboración de dietas complementadas con dos beta adrenérgicos agonistas para la finalización de ovinos en corral. Las fórmulas utilizadas fueron las siguientes:

$$PA = \sum_{i=1}^n CV_t \quad (1)$$

Donde CV_t , es la sumatoria del costo variable de producción contabilizando en este rubro el costo correspondiente por la compra del animal y su alimentación por etapa productiva al t tiempo de duración.

$$R \frac{B}{C} = \sum_{t=1}^n \frac{BT_t}{CT_t} \quad (2)$$

Donde BT_t , es el beneficio neto por cabeza al t tiempo de duración de la etapa productiva y CT_t , es el costo total de producción por cabeza para el t tiempo de duración.

VIII. RESULTADOS

Cuadro 1. Dieta basal que recibieron los ovinos durante la finalización en corral, complementados con dos beta adrenérgicos agonistas (Clorhidrato de Zilpaterol 10% o Ractopamina 10%).

Ingrediente	\$/kg	%	%	% INC*	Aporte PC	costo
		MS ⁺	PC ⁺			
Heno alfalfa picada (3 cm φ)	6.0	90	20	10.50	2.10	0.63
Rastrojo maíz picado (3 cm φ)	5.0	90	6	15	0.90	0.75
Sorgo molido	8.5	90	10	30	3	2.55
Maíz hojuelado	9.0	90	9	20	1.80	1.80
Harina de soya	15.5	90	44	6	2.64	0.93
Salvado de trigo	7.0	90	12	6	0.72	0.42
Urea	22.0	75	291	1.50	4.36	0.33
Melaza	10.0	100	6	8	0.48	0.80
Premezcla de vitaminas	25.0	100	0	2	0	0.5
Bicarbonato	15.0	100	0	1	0	0.15
Grofactor (CZ)						
Racmina (Rapto)						
Total				100	16.05	8.86

⁺ Determinado en el laboratorio de nutrición animal del Centro Universitario UAEM Temascaltepec.

*INC: Inclusión, [¥]Ingred.: Ingrediente, Tratamientos: T1 (control): dieta basal, T2: Control + 10 mg CZ/animal/día y T3: control + 10 mg raptomapina/animal/día. T1: Costo de la dieta basal por kg=8.86, T2: Costo de la dieta basal + Clorhidrato de zilpaterol (10 mg/animal/día):9.08 y T3: Costo de la dieta basal + Clorhidrato de ractopamina (10 mg/animal) día: 9.16.

Cuadro 2. Análisis económico en la engorda ovinos finalizados en corral, complementados con dos beta adrenérgicos agonistas

Variable	Tratamientos		
	Control (T1)	CZ (T2)	RACT (T3)
Peso Vivo Inicial (PVI)	30.77	31.19	31.01
Tiempo por etapa (días)	41.00	41.00	41.00
Peso vivo final (PVF)	41.93	44.71	42.96
Consumo de materia seca (kg/día)	1.56	1.63	1.67
Consumo de alimento por etapa (kg)	63.96	66.83	68.47
Costo del alimento por kg	8.86	9.16	9.09
Costo de alimentación por borrego/etapa (\$)	566.69	612.16	622.05
Costo por kg de PV a la compra	50.00	50.00	50.00
Compra de animal (\$/cabeza)	1538.50	1559.50	1550.50
Costo de producción (\$/cabeza)	2105.19	2171.66	2172.55
Ganancia diaria de peso/etapa (kg/día)	0.27	0.33	0.29
Ganancia de peso total (kg)	11.16	13.52	11.96
Conversión alimenticia (kg/animal)	5.95	4.97	5.87
Precio del kilogramo en pie gordo (\$/kg)	60.00	60.00	60.00
Ingresos por borrego al sacrificio (\$)	2515.86	2682.84	2577.84
Beneficio Neto por cabeza (\$)	410.67	511.18	405.29
Relación beneficio-costos R B/C (\$)	1.20	1.24	1.19

La adición de CZ y RH adrenérgico en la dieta presentó efectos positivos sobre el comportamiento productivo de los animales. En el peso vivo final, el CZ y RH aumentaron su eficiencia con respecto al grupo control (T1); sin embargo, esta fue mayor en T2. El consumo total de alimento entre tratamientos con adrenérgicos fue 1.63 kg mayor en T3; no obstante, el costo de producción por cabeza para este tratamiento aumenta 1.62% con respecto al obtenido en T2. La ganancia de peso por animal y el beneficio neto por cabeza fue más eficiente en T2, con una ganancia de 24 centavos por cada peso invertido.

IX. DISCUSION

En el cuadro 1, se muestran los ingredientes que se incluyeron en la dieta basal, mismos que aportaron a los animales materia orgánica potencialmente digestible (heno de alfalfa), fibra efectiva, que se define como aquel material vegetal que es capaz de desarrollar el proceso de la rumia, para que de esta forma se fomentara la producción de saliva como solución buffer (rastreo de maíz), los ingredientes que aportaron almidón de rápida digestión (maíz hojuela a vapor) y lenta digestión ruminal (sorgo molido), procurando que dicha mezcla de granos favoreciera la fermentación ruminal hacia la producción de ácido propiónico, como ácido graso volátil precursor de la gluconeogénesis, también se incluyó proteína de alto valor biológico (pasta de soya) con un 60% de paso para aumentar el pool de aminoácidos a tracto posterior (duodeno) y así mejorar la proteína metabolizable, por otra parte la inclusión de urea como nitrógeno no proteínico, para aumentar la síntesis de proteína microbiana y favorecen la digestión de la materia orgánica potencialmente, la cual se favoreció con la inclusión de la melaza como carbohidratos de rápida fermentación, la premezcla de vitaminas y minerales ayudaron a mejorar las reacciones química microbianas y metabolismo de la proteína muscular, de tal forma que los beta adrenérgico evaluados solo servirían como repartidores de energía a nivel tisular, para mejorar la síntesis de proteína (músculo) y catabolizar las grasas, mejorando así la calidad de la carne.

Análisis económico

Los ovinos finalizados con CZ y RH mostraron diferencias en la ganancia de peso total durante la etapa de engorda; sin embargo, la efectividad del CZ fue mayor como promotor de crecimiento a una dosis diaria 10 mg/animal/día.

Resultados similares reporta Rebollar *et al.* (2015), al indicar que la inclusión de CZ en la dieta de corderas mejoró el comportamiento productivo aumentando la ganancia de peso, comportamiento que financieramente se tradujo en una ganancia de 29 centavos por cada peso invertido.

Información que concuerda con nuestros resultados al observar beneficios económicos de 24 centavos para el tratamiento con CZ y la mayor ganancia de peso total entre tratamientos.

Se informaron comportamientos similares en el desempeño económico para ovinos engordados en corral en el sureste de México al reportar beneficios económicos de 24 centavos por cada peso invertido (Muñoz-Osorio *et al.*, 2022). Sin embargo, los efectos del CZ sobre el desempeño económico en la engorda de ovinos son limitados. Rebollar *et al.* (2015), informaron que la inclusión de este adrenérgico aumenta la eficiencia biológica y económica de los corderos, siempre y cuando se vendan en canal; de lo contrario, los beneficios son marginales.

Lo cual es consistente con los resultados obtenidos en esta investigación al observar una diferencia mínima de rendimiento financiero entre los ovinos alimentados con CZ y RH, aunque el desempeño económico es mayor con respecto al grupo testigo. Por lo tanto, los resultados sobre el desempeño financiero de los ovinos podrían asociarse con las dosis diarias de CZ y RH en la dieta.

X. CONCLUSIONES

La adición diaria de CZ en la dieta de ovinos finalizados en corral mejora la ganancia de peso durante la etapa de engorda, lo cual se refleja en un mayor rendimiento financiero por cada peso que se invierte en este negocio. Finalmente, se recomienda continuar realizando nuevas investigaciones usando otras dosis de adrenérgicos para definir su impacto en los parámetros bilógicos y financieros de los ovinos.

XI. LITERATURA CITADA

- Hernandez-Martinez, J., Avilés-Nova, F., Rojo-Rubio., R. (2014). Metodologías y aplicaciones para la producción ganadera del trópico seco en el sur del Estado de México. Gernika. México. 303 pp
- Anaya-Ortega, J.P., Garduño-Castro, G., Espinoza-Ortega, A., Rojo-Rubio, R., and Arriaga-Jordán, C. M., 2009. Silage from maize (*Z. mays*), annual ryegrass (*Lolium multiflorum*) or their mixture in the dry season feeding of grazing dairy cows in small-scale dairy production systems in the Highlands of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 41, 607–616.
- Cayetano-De-Jesus., J.A., Rojo-Rubio., R., Grajales-Lagunes., A., Avendaño-Reyes., L., Macias-Cruz., U., Gonzalez-del-Prado., V., Olmedo-Juárez., A., Chay-Canul., A., Roque-Jiménez., J.A., Lee-Rangel., H.A., 2020. Effect of Zilpaterol Hydrochloride on Performance and Meat Quality in Finishing Lambs. *Agriculture*. 10(6), 241. <https://doi.org/10.3390/agriculture10060241>
- Domínguez-Vara., I.A., Mondragón-Ancelmo, J., González, R.M., Salazar-García., F., Bórquez-Gastelum., J.L., Aragón-Martínez., A., 2009. Los β -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*. 3, 278-284. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10412057008>
- Espinoza-Ortega, A., Espinosa-Ayala, E., Bastida-López, J., Castañeda-Martínez, F.E., Arriaga-Jordán, C.M., 2007. Small-scale dairy farming in the highlands of Central Mexico: Technical, economic and social aspects and their impact on poverty. *Experimental Agriculture*, 43, 241-256.
- Hernández-Marín, J.A., Valencia-Posadas., M., Ruíz-Nieto., J.E., Mireles-Arriaga., A.I., Cortez-Romero., C., Gallegos-Sánchez., J., 2017. Contribución de la ovinocultura al sector pecuario en México. *AgroProductividad*. 3, 87-93
- López-Carlos., M.A., Ramírez., R.G., Aguilera-Soto., J.I., Rodríguez., H., Aréchiga., C.F., Méndez-Llorente., F., Chavez., J.J., Medina., C.A., Silva., J.M., 2012. Effect of the administration program of 2 β -adrenergic agonists on growth performance and carcass and meat characteristics of feedlot ram lambs. *J Anim Sci*. 90(5), 1521-31. Doi: 10.2527/jas.2011-3513
- Macías., C.U., Avendaño., R.L., Vicente., P.R., Álvarez., V.F.D., Correa., C.A., González., R.H., Soto., N.S.A., Mellado., M., 2016. Crecimiento y características de

- la canal de corderos finalizados con clorhidrato de zilpaterol en pastoreo de alfalfa. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 2, 243-252
- Montossi., F., Font-i-Furnols., M., M del Campo., M., San Julián., R., Brito., G., Sañudo., C., 2013. Sustainable sheep production and consumer preference trends: compatibilities, contradictions, and unresolved dilemmas. *Meat Sci*. 95(4), 772-89. Doi: 10.1016/j.meatsci.2013.04.048
- Muñoz-Osorio., G.A., Góngora-Pérez., R.D., Ek-Mex., J.E., Vázquez-Martínez., I., Juventino Chay-Canul., A.J., 2022. Rentabilidad de la engorda de corderos alojados en corrales elevados y a nivel del suelo en el sureste de México. *Rev Inv Vet Perú*. 33(5), e23780. <https://doi.org/10.15381/rivep.v33i5.23780>
- O'Mara., F.P. 2012. The role of grasslands in food security and climate change. *Annals of Botany*. 110, 1263–1270, <https://doi.org/10.1093/aob/mcs209>
- Posadas-Domínguez, R.R., Del Razo-Rodríguez, O.E., Almaraz-Buendía, I., Pelaez-Acero, A., Espinosa-Muñoz, V., Rebollar-Rebollar, S., y Salinas-Martínez, J.A., 2018. Evaluation of comparative advantages in the profitability and competitiveness of the small-scale dairy system of Tulancingo Valley, Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 50, 947–956.
- Rebollar., R.S., Rojo., R.R., Avendaño., R.L., Macías., C.U., Álvarez., V.F.D., Correa., C.A., Soto., N.S., 2015. Análisis económico del uso de clorhidrato de zilpaterol en la alimentación de corderas. *Investigación y Ciencia*. 64, 5-10
- Salinas-Martínez., J.A., Posadas-Domínguez., R.R., Ángeles-Hernández., J.C., Morales-Díaz., L.D., Rebollar-Rebollar., S., Rojo-Rubio., R., Arriaga-Jordán., C.M., 2022. The economic effects of grazing in small-scale lamb fattening production systems in central México through a scenario analysis. *Trop Anim Health Prod*. 54, 233. <https://doi.org/10.1007/s11250-022-03240-5>
- Vicente-Pérez., R., Macías-Cruz., U., Andrade., M.R., Vicente., R., García., E.O., Martínez, R., Avendaño-Reyes., L., Montañez., O.D., 2022. Suplementación de clorhidrato de zilpaterol en corderos finalizados con dieta sin fibra de forraje. *Rev Mex Cienc Pecu* 2020.11(3), 638-650. Doi: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i3.5149>
- Vittis., Y., Folberth., C., Bundle., S.C., and Obersteiner., M., 2021. Restoring Nature at Lower Food Production Costs. *Front. Environ. Sci*. 9:672663. doi: 10.3389/fenvs.2021.672663
- Wiggins S., Tzintzun R., Ramírez G., Ramírez V., Ortiz O., Piña C., Aguilar B.,

- Espinoza-Ortega A., Pedraza F., Rivera H., Arriaga-Jordán C. M., 2001. Costos y retornos de la producción de leche en pequeña escala, en la zona central de México. La lechería como empresa. Cuadernos de Investigación. Cuarta época-19. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.
- Ocádiz-García, J. (2002). Diagnóstico y tratamiento de enfermedades en animales domesticos. Trillas. México. 133 pp
- Wiggins S., Tzintzun R., Ramírez G., Ramírez V., Ortiz O., Piña C., Aguilar B., Espinoza-Ortega A., Pedraza F., Rivera H., Arriaga-Jordán C. M., 2001. Costos y retornos de la producción de leche en pequeña escala, en la zona central de México. La lechería como empresa. Cuadernos de Investigación. Cuarta época-19. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.
- El Ácido erúxico, un contaminante presente en aceites y grasas vegetales. <https://acsagencat.cat/es/actualitat/butlletins/acsa-brief/acid-erucic-un-contaminant-present-en-olis-i-greixos-vegetals/>. Consultado el 19 de octubre del 2022.
- 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 terneza 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.
- 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].
- 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].
- 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].
- 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.
- 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].
- 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.
- 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.
- 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 suplementation 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 zoonosanitarias 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.
- 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. 81
- 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. *Economia 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].
- 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 terneza 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.
- 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, 83 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.

XII. ANEXOS

Humedad y materia seca

Material y equipo:

- a) Estufa de aire forzado calibrada en un rango de temperatura de 55 a 110 °C.
- b) Desecador provisto de gel de sílice con indicador de humedad.
- c) Bolsas de papel
- d) Crisoles de porcelana de 3-4cm de diámetro y de 2.3 cm de altura o cápsula de aluminio.

Principio:

La humedad de una muestra se pierde por su volatilización a causa de calor aplicado. El porcentaje es calculado por diferencia en el peso.

Procedimiento:

Si la muestra es fresca, se debe obtener un peso de ella, o de una porción significativa; inmediatamente después se debe poner a secar en una estufa de aire forzado por varios días a una temperatura de 55 °C. Después de este tratamiento, se pesa de nuevo la muestra, y por diferencia se calcula como un porcentaje de humedad a 55°C. 100 menos este valor es el porcentaje de esta materia seca (MS) a 55°C. Esta muestra puede entonces molerse en un molino Willey o algún otro, con el fin de obtener una muestra más homogénea para determinaciones posteriores.

Una vez que la muestra llega a su estado seco, se puede guardar en frascos de vidrio plenamente identificados y almacenados a temperatura ambiente, si su análisis se va a realizar pronto o bien en un cuarto con aire acondicionado para análisis posteriores, con el fin de evitar cambios en su composición real.

Par determinar humedad a 110°C, se colocan charolas de aluminio o en crisoles de porcelana en una estufa a 110°C por lo menos durante una hora. Se sacan y se colocan en un desecador hasta que se enfríen a temperatura ambiente (3-5 minutos).

Las charolas o crisoles deben pesarse en una balanza analítica, usando pinzas de metal para manejarlas. Se pesan 2 gramos de cada muestra y se colocan en la estufa a 110°C de 18 a 24 h; una vez transcurrido este tiempo, deben enfriarse en un desecador, repitiéndose el procedimiento anterior. Cada muestra se analiza por triplicado o duplicado.

Cálculos:

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{\text{Pérdida de peso (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \times 100$$

$$\text{Materia seca (\%)} = 100 - \text{Humedad (\%)}$$

El residuo de este análisis puede ser guardado en un desecador para ser usado en la determinación de extracto etéreo o cenizas. Todas las subsecuentes determinaciones del análisis proximal serán hechas y expresadas en por ciento de la muestra en base seca.

Determinación de los compuestos nitrogenados

En la química húmeda existen dos métodos para determinar el contenido de nitrógeno de los alimentos, la diferencia entre ellos radica en la cantidad de muestra y reactivos utilizados, en el presente apartado de plasma el Método del Macro-Kjeldahl y Micro-Kjeldahl, mismos que describen a continuación:

Determinación por Macro-Kjeldahl

Equipo

- 1) Aparato de digestión (bloque digestor) y destilación Macro-Kjeldahl y sus accesorios.
- 2) Matraces Erlen Meyer de 500 ml.
- 3) Bureta de 50 ml.

Reactivos

- 1) Ácido sulfúrico concentrado, grado reactivo.
- 2) Solución de hidróxido de sodio al 40% (0.800 g de NaOH/2 L de agua destilada).
- 3) Solución valorada de ácido clorhídrico al 0.1 N (8.3 ml de ácido clorhídrico concentrado/L de agua destilada). Comprobar por titulación.
- 4) Solución de ácido bórico al 4% (40 gL⁻¹ de agua destilada)
- 5) Solución indicadora (20 mg de rojo de metilo + 100 mg de verde de bromocresol y aforar a 100 ml con alcohol etílico al 96% comercial).
- 6) Solución boratada indicadora (a un litro de solución boratada al 4% agregar 7 ml de solución indicadora).
- 7) Mezcla catalizadora (96 g de sulfato de sodio, 3.5 g de sulfato de cobre y 0.5 g de selenio negro).
- 8) Granallas de zinc.

Principio

El método de Kjeldahl para la determinación de proteína- nitrógeno consiste en la conversión de proteína-nitrógeno a sulfato ácido de amonio durante la digestión de la materia orgánica con ácido sulfúrico y calor, en la presencia de un catalizador.

Una vez que la materia orgánica se ha desintegrado completamente, la solución se neutraliza con hidróxido de sodio, liberándose amoníaco el cual es destilado por arrastre con vapor dentro de una solución de ácido bórico, para formar un complejo boro-amoniaco (tetraborato de amonio).

La cuantificación del nitrógeno se logra cuando una solución de ácido previamente valorado (ácido clorhídrico al 0.1 N) se añade a la solución formando por cada equivalente de boro-amoniaco, un equivalente del sulfato-amoniaco (sulfato de amonio). Aquí, 1 ml del ácido estandarizado neutraliza 0.014 g de nitrógeno en forma de ión amonio.

La exactitud de la determinación de proteína-nitrógeno radica en el peso de la muestra original, el volumen y la concentración del ácido estándar usado. Todas las otras concentraciones, adiciones o manipuleos pueden ser aproximado a los descritos en el procedimiento, pero no tienen que ser exactos.

Digestión

Pesar exactamente una cantidad entre 1 y 2 g de la muestra dependiendo del contenido de nitrógeno estimado, en un papel que se dobla cuidadosamente; identificar la muestra usando lápiz.

El uso del papel para envolver la muestra es con el fin de evitar que la muestra quede pegada en el cuello del matraz Kjeldahl al depositarla. Como blancos, usar un pedazo del mismo papel y todos los reactivos. Agregar entre 5-10 g de la mezcla catalizadora y añadir 25 ml de ácido sulfúrico concentrado.

Colocar el matraz en las parrillas del digestor y encenderlas, cuidando de poner a funcionar el extractor de gases. La digestión tarda 50 minutos o hasta que la solución se torna transparente o de un color verde pálido. Cuidar de que toda la materia orgánica sea desintegrada (oxidada), por lo que es conveniente rotar los frascos durante la digestión.

Una vez terminada la digestión se apagan las parrillas y dejar los matraces en posición con el extractor encendido hasta que se enfrien. Precaución: El humo blanco y denso que se observa está formado de trióxido de azufre, el cual es irritante. Cuando los frascos se han enfriado lo suficiente, se añaden 200 ml de agua destilada y se agita el matraz hasta que cualquier material cristalino se disuelva, en caso de formarse. El análisis puede suspenderse en este punto en caso de que sea necesario, pero hay que tener la precaución de taparlos debidamente.

Destilación

Depositar en un matraz Erlen Meyer de 500 ml, 100 ml de la solución boratada indicadora y colocarlo debajo del refrigerante del destilador, teniendo cuidado de que el tubo de hule del refrigerante quede sumergido en la solución.

Se adicionan unas cuantas granallas de zinc (8-10), e inmediatamente después, agregar muy lentamente por las paredes del matraz en posición inclinada, 100 ml de la solución de hidróxido de sodio al 40%, de tal manera que se formen dos capas y se debe colocar rápidamente el matraz en las parrillas de destilación y conectarlo al condensador perfectamente.

Encender las parrillas y destilar hasta que un mínimo de 300 ml haya sido recolectado en el matraz Erlen Meyer. Retirar el matraz con el destilado y luego apagar las parrillas (de lo contrario la muestra será sifoneada al matraz de Kjeldahl).

Titulación

Se titula la solución destilada con la solución valorada de ácido clorhídrico al 0.1 N (aproximadamente), anotando la cantidad (ml) del ácido al 0.1 N que se requieran para que el destilado cambie de un color verde a un rosado claro.

Para calcular la cantidad de nitrógeno en la muestra se utilizan los siguientes datos y fórmulas:

- 1) Un ml de HCL al 0.1 N = ml de ácido gastados en la muestra corregidos = ml de ácidos gastados en el blanco.
- 2) Normalidad del ácido clorhidrico : 0.1 (otros tres dígitos).
- 3) Peso de la muestra.
- 4) El factor de ajuste para nitrógeno que será 0.014 miliequivalentes multiplicado por 100 para sacar el porcentaje.

Así pues, la fórmula quedaría:

$$\% N = \frac{(\text{ml})(\text{Normalidad del ácido})(1.4)}{\text{Peso de la muestra en gramos}}$$

y la proteína calculada sería = % N x 6.25

Proteína cruda por el método micro-Kjeldahl

Material y Equipo:

- a) Campana de extracción de gases.
- b) Aparato de digestión micro-Kjeldahl.
- c) Tubos de ensayo 100 ml.
- d) Matraz de Kjeldahl 500 ml.
- e) Destilador macro Kjeldahl.
- f) Matraces Erlenmeyer de 50ml.
- g) Bureta de 50ml.
- h) Pipetas de 5 y 20 ml.

Reactivos:

- a) Ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado.
- b) Solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 40% (400 g L^{-1} de agua destilada).
- c) Solución de ácido bórico (H_3BO_3) al 4% (40 g L^{-1} de agua destilada).
- d) Solución indicadora de rojo de metilo y verde de bromocresol (70 mg de rojo de metilo en 70 ml de alcohol etílico, 100 mg de verde de bromocresol el 100 ml de alcohol etílico y mezclar ambas soluciones).
- e) Mezcla catalizadora [96g de sulfato de sodio (Na_2SO_4), 3.5g de sulfato cúprico (CuSO_4) y 0.5g de selenio].
- f) Solución valorada de HCL cercana al 0.1 N (8.3 ml L^{-1} de agua destilada).
Comprobar por titulación

Principio

El nitrógeno de las proteínas y de otros compuestos se transforma a sulfato de amonio por medio de la digestión con ácido sulfúrico en ebullición, el residuo se enfría, se diluye con agua y se le agrega hidróxido de sodio.

El amonio presente se desprende y a la vez se destila y se recibe en una solución de ácido bórico que luego es titulado con una solución de ácido estandarizado en presencia de un indicador apropiado. La exactitud de la determinación de proteína-nitrógeno radica en el peso de la muestra original, el volumen y la concentración del ácido estándar usado.

Todas las otras concentraciones, adiciones o manipuleos pueden ser aproximados.

Procedimiento:

Todo el material tiene que ser lavado y enjuagado con agua destilada antes de su utilización

Digestión

- a) Pesar de 0.3 a 0.5 g de muestra y depositarlas en un tubo de vidrio.
- b) Identificar el tubo con un marcador o etiquetas y adicionar 6 ml de H_2SO_4 concentrado y 1 g de mezcla catalizadora (dejar reposar durante 12 h).
- c) Colocar los tubos en el digestor e incrementar la temperatura gradualmente hasta alcanzar 350°C , digerir toda la materia orgánica (esto proceso puede variar desde 4 hasta 6 horas) mantenga encendidas las campanas de extracción. Mantenga en observación el proceso de digestión hasta que cese la formación de espuma. Si la espuma en una muestra determinada empieza a subir por el cuello del tubo retírelo del digestor para que la espuma desaparezca y luego vuelva a colocarlo. Continúe la digestión hasta que la solución se torne a un color verde pálido (dejar enfriar y mantener la campana de extracción encendida para permitir el escape de todos los gases).

Destilación

- a) Disolver el contenido del tubo en la mínima cantidad de agua destilada (40ml)
- b) Transferir al matraz de Kjeldahl el contenido del tubo, lavando este con la misma cantidad de agua destilada y agregar 3 perlas de vidrio a cada matraz.
- c) En el extremo del condensador, colocar un matraz Erlenmeyer de 50 ml con 15ml de solución de ácido bórico al 4% y 3 gotas de indicador verde bromocresol-rojo de metilo (el indicador puede agregarse previamente en la solución ácido bórico al 4 %, agregando 17 ml de indicador L⁻¹ de solución de ácido bórico), cuidando que el extremo del condensador quede sumergido dentro de la solución.
- d) Adicionar 15ml de NaOH al matraz de Kjeldahl, manteniéndolo inclinado para que solución deslice por el costado hasta el fondo (de esta manera se evitara el inicio de la reacción y el escape del nitrógeno) del tal manera que forme dos capas, colocarlo en las parrillas de destilación en el nivel 6 y destilar hasta obtener 50ml del destilado, enjuagar el extremo del condensador con la mínima cantidad de agua y retirar el matraz Erlenmeyer.

Titulación

- a) Titular el destilado con la solución valorada de ácido al 0.1N hasta obtener un color rosa tenue, y debe registrarse la cantidad de ml gastados en la titulación.
- b) Hacer un blanco siguiendo todo el procedimiento.

Cálculos:

N (%)

$$= \frac{(ml \text{ gastados de HCl} - ml \text{ gastados en el blanco}) \times Normalidad \text{ HCl} \times 1.401}{(g \text{ de la muestra})(coeficiente de MS)}$$

$$Proteína \text{ calculada} = Nitrógeno \times 6.25$$

Bibliografia

A.O.A.C. 1975. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 12th Edition. Published by the Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C.

Normas

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-051-ZOO-1995, TRATO HUMANITARIO EN LA MOVILIZACION DE ANIMALES.

La Dirección General Jurídica de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, con fundamento en los artículos 35 fracción IV de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4o. fracciones I y III, 12 fracción XIV, 17 y 47 de la Ley Federal de Sanidad Animal; 1o., 38 fracción II, 40 fracciones III y XI, 41 y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 12 fracciones XXIX y XXX del Reglamento Interior de esta Dependencia, y CONSIDERANDO Que es función de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural fomentar programas y elaborar normas oficiales de sanidad animal, así como atender, supervisar y fomentar el trato humanitario a los animales durante su aprovechamiento, movilización y sacrificio.

Que los animales, cualquiera que sea su función (abasto, trabajo, compañía, exhibición u otra) o el motivo para su movilización (destino al sacrificio, cambio de instalaciones, traslado a exposiciones o atención médica), indistintamente de su edad, raza, sexo o condición física, se requieren movilizar bajo las mejores condiciones posibles que permitan su bienestar.

Que cuando las maniobras para la movilización de animales (desde el arreo, embarque, traslado y desembarque) son adecuadas según el caso, se disminuyen los factores de estrés que los hacen susceptibles a contraer enfermedades infecciosas.

Que los animales de abasto movilizados bajo condiciones mínimas de estrés y que favorezcan su bienestar, sufrirán menos traumatismos o golpes y habrá menos riesgo de muerte, y la calidad de sus productos y subproductos será mejor, evitándose pérdidas económicas por decomiso de canales provenientes de animales maltratados.

Que el objeto de las disposiciones señaladas en esta Norma es la implantación de sistemas y diseños para equipos de arreo, rampas, contenedores vehículos especializados para movilización de animales, que permitan cumplir cada vez mejor con todos los propósitos aquí mencionados y los que se adicionen en el futuro.

Que para alcanzar los objetivos señalados en los párrafos anteriores, con fecha 31 de octubre de 1996, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-051-ZOO-1995, Trato humanitario en la movilización de animales, iniciando con ello el trámite a que se refieren los artículos 45, 46 y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, por lo que el 2 de enero de 1998, se publicaron las respuestas a los comentarios recibidos en relación a dicho Proyecto.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-033-ZOO-1995, SACRIFICIO HUMANITARIO DE LOS ANIMALES DOMESTICOS Y SILVESTRES.

ROBERTO ZAVALA ECHAVARRIA, Director General Jurídico de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, con fundamento en los artículos 35 fracción IV de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4o. fracciones I, III y V, 12, 16, 17 y 44 de la Ley Federal de Sanidad Animal; 1o., 38 fracción II, 40 fracciones III y XI, 41 y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 12, fracciones XXIX y XXX del Reglamento Interior de esta Dependencia, y
CONSIDERANDO

Que actualmente en México no existen normas que regulen las técnicas de sacrificio humanitario en los animales.

Que se requiere una uniformidad en los métodos de insensibilización humanitaria que garanticen una muerte rápida, sin sufrimiento y dolor para los animales.

Que en ocasiones es necesario aplicar el sacrificio de emergencia a animales que sufren lesiones u afecciones que les causen dolor y sufrimiento incompatibles con su vida y este sacrificio debe realizarse con métodos humanitarios.

Que no solamente los animales de abasto se sacrifican en grandes cantidades, sino también todos aquéllos utilizados en pruebas de constatación, peletería y cualquier otro tipo de aprovechamiento, siendo en todos los casos necesario que el personal responsable de su manejo conozca perfectamente las técnicas, sustancias y su efecto, vías de administración y las dosis, así como métodos alternativos para la eutanasia.

Que para alcanzar los objetivos señalados en los párrafos anteriores, con fecha 7 de julio de 1995, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres, iniciando con ello el trámite a que se refieren los artículos 45, 46 y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, por lo que con fecha 22 de mayo de 1996, se publicaron las respuestas a los comentarios recibidos en relación a dicho Proyecto, a través del mismo órgano informativo.

Que, en virtud del proceso legal señalado en el párrafo anterior, he tenido a bien expedir la Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995, SACRIFICIO HUMANITARIO DE LOS ANIMALES DOMESTICOS Y SILVESTRES.