



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

RESPUESTA PRODUCTIVA Y CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y
LA CARNE DE TRES GENOTIPOS DE OVINOS DE PELO
SUPLEMENTADOS CON DOS NIVELES DE ACEITE DE SOYA EN LA
DIETA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES

PRESENTA
FERNANDO MARTÍNEZ SAN PEDRO

El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México, Diciembre de 2015



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

RESPUESTA PRODUCTIVA Y CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y
LA CARNE DE TRES GENOTIPOS DE OVINOS DE PELO
SUPLEMENTADOS CON DOS NIVELES DE ACEITE DE SOYA EN LA
DIETA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES

PRESENTA

FERNANDO MARTÍNEZ SAN PEDRO

COMITÉ DE TUTORES

DR. JOSE LUIS BORQUEZ GASTELUM. Tutor Académico

DR. IGNACIO ARTURO DOMINGUEZ VARA. Tutor Adjunto

DR. ROLANDO ROJO RUBIO. Tutor Adjunto

El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México, Diciembre de 2015

DEDICATORIAS

Para ti Madre mía **Reyna San Pedro Bernardo**, porque eres tu lo que mejor pude haber tenido en la vida, tu el mayor de mis ejemplos, toda la vida no alcanzaría para poder agradecerte, te admiro, me siento orgulloso, aunque a diario no te pueda ver, abrazar por la distancia, te digo que estos logros y victorias son para ti, TE AMO “MA”. Para mi padre **Fernando Fidel Martínez Ramírez**, no pude haber tenido mejor papá que tu, muchísimas gracias, siempre te llevo conmigo en mi corazón, en mi alma y en mi mente, aunque ya no estas presentes para apoyarme hombro a hombro, tu partida es lo más difícil que he enfrentado en la vida, TE AMARÉ SIEMPRE “PA”. A mis hermanos, MUCHAS GRACIAS por todo su apoyo, sin ustedes nada de esto hubiera sido posible. **PORFIRIO** te admiro por el gran ser humano que eres, por tu sencillez y por ser nuestro mejor ejemplo. **SILVIA** te admiro por tu mentalidad ganadora para sobrepasar los momentos difíciles, mil gracias chiva por todo tu apoyo. **CARLOS RAUL** te admiro por tu carácter, tu fortaleza, tu sinceridad. **IGNACIO RICARDO** “Shope” te admiro por tu sencillez, nobleza, humildad y gran corazón que posees. Para Nancy y su familia, a los nenes Andi Sebastian, Naomi Esmeralda, para mi cuñada Martha y la nena Alison, les dedico mis esfuerzos. Berenice Fernanda, felicidades por tus hijos y muchas gracias por todo “Pillu”.

Dedico especialmente este trabajo a mi Tia **Carmela Hernández Bernardo y Familia Rueda Hernández**; Meli, Gina, Alfredo, Lupita, Hector, Daniel, ustedes son fundamentales para poder seguir adelante, son ejemplo para la familia, muchísimas gracias, por siempre les estaré agradecido a ustedes y a las siguientes familias: Saynes Rueda, Rueda Espinoza, Islas Rueda, Vargas Rueda, Rueda Ramirez y Rueda Lozoya. Para mi tia Concha, Jaime y la familia Leon Santibañez mis compadres, mi tia Josefina, a Kesia, Sandra, Irlanda, Rossana, a mi tia Asuncion, y familia Palacios Hernandez. A mi tia Socorro y familia Herrera Ramirez, y a los tios, primos y sobrinos de esta gran familia. Para mi tío Israel. Para quienes desafortunadamente se han ido físicamente, pero están en mi corazón y mi alma; mis Abuelos Carmen Ramirez Noriega, Felipe San Pedro Cruz, mis tios Carlos Rueda Marquez, Jacobo Herrera Porras, para ti amigo Israel Luna Guadarrama, les dedico este trabajo.

Amigos de la **FMVZ-PCARN-UAEMéx**, personal administrativo muchas gracias, a los academicos que son la base de mi formación y también mis amigos, especialmente a la coordinación de producción **La Posta Zootecnica** que fue mi casa, en donde tengo muy buenos amigos, a los trabajadores mil gracias a todos ellos, a quienes considero como mis hermanos, **los Maras generación 2002-2008**, por esta huella inviolable y que nuestra historia siga cosechando triunfos. Para los alumnos de la facultad, con quienes he tenido la oportunidad de convivir y en algun momento aportarles algo, espero que esto sea un motivo y ejemplo para superarse. Dedicatoria especial a los **amigos de Oaxaca**, a la Banda Extrema de la 1ª Etapa con quienes he compartido tantos momentos tan importantes y he tenido la oportunidad de jugar futbol. A mis compadres, a mis ahijados Monse y Rodrigo. Muchísimas gracias por su enorme apoyo y esto va por ustedes. **Amigos de Toluca** que siempre me brindan su apoyo, Jaz y familia Mendoza García, Juan Manuel Tarango, Doctor Treviño por la oportunidad laboral y confianza. Doctor José Ignacio Guevara García, Doctor Miguel García e Ing. Carlos Silvestre Pozos Zarate, GRACIAS por su confianza, apoyo y la oportunidad laboral. Para mis amigos Angelica, Ing. Medina de la FCA, y Biólogos de la Facultad de Ciencias. Amigos de la PROFEPA, Inspectores, Licenciadas: excelentes personas, gracias por sus conocimientos y apoyo, siempre los llevo en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma del Estado de México**, por la oportunidad que me dio para poder acceder a los estudios en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, mi gratitud para siempre.

Para mi **Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia** a la cual le debo toda mi formación, totalmente agradecido con la institución por ser mi casa, y por las múltiples experiencias vividas.

Al **CONACYT** (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) por la beca otorgada durante los estudios de posgrado. Por el financiamiento del proyecto titulado “Margenes de comercialización y caracterización de la carne ovina en el distrito de Toluca, Estado de México” FORDECYT-CONACYT. Clave: 116234

Al **COMECYT** (Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología) por la beca otorgada para la titulación y poder culminar mis estudios.

Al Doctor **Ignacio Arturo Dominguez Vara** por todo su enorme apoyo, su confianza para terminar esta investigación, por sus enormes conocimientos, su experiencia, pero sobre todo por su amistad y por ser un ejemplo de liderazgo. Mi más grande admiración para usted.

Al Doctor **Jose Luis Borquez Gastelum**; para usted doc, no hay palabras para poder expresar toda mi gratitud, usted siempre me apoyó en todo momento, gracias por todos sus enormes conocimientos, su experiencia no solo en el salón de clases y en las prácticas, sino sobre todo por las experiencias de vida; es un ejemplo para mí como ser humano y excelente persona, por sus palabras de aliento en los momentos más difíciles, MIL GRACIAS Jose Luis.

Al Dr. **Rolando Rojo Rubio** por su amistad, comentarios y aportaciones para la culminación de esta investigación. Al Doc **Eduardo Nava** por su amistad, conocimientos y apoyo para terminar este documento. Al Doctor **Jaime Nicolas Jaramillo Paniagua** por su apoyo durante mis estudios de licenciatura, en el proceso de titulación y para poder ingresar y permanecer en la Posta Zootécnica. Al M en C. **Arturo García Alvarez** por todas tus atenciones y enseñanzas, por estar siempre pendiente como mi tutor durante la licenciatura, pero sobre todo por su gran amistad. Dr. **Nazarío Pescador Salas** por su enorme apoyo, experiencia, conocimientos y amistad. Dra. **María Antonia Maricurrena Berasaín** por su amistad, su incondicional apoyo, experiencia y enseñanzas, gracias a usted y a la Dra. **María Salud Rubio Lozano** pude complementar los análisis de laboratorio en el CEPIPSA-UNAM. Dr. **Ernesto Morales Almaráz** por todo el apoyo brindado, por su amistad y enseñanzas. Ing. **Pedro Cruz Velázquez** por su enorme personalidad, muchas gracias maestro por tus conocimientos, por todo tu apoyo durante la investigación, por tus experiencias, pero sobre todo por tu amistad incondicional durante todos estos años. Al Dr. **Manuel González Ronquillo** por sus conocimientos, experiencia y apoyo para la escritura del Artículo recientemente publicado. **Elsa García y familia**, muchas gracias por todo tu enorme apoyo y amistad no se como pagarte. Finalmente, **Muchas Gracias** a todos los que directa o indirectamente han contribuido en mi formación y desarrollo como persona y como profesional de la Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Rastro Municipal de Capulhuac Estado de Mexico, en especial al **Señor Edmundo Rodea y familiares**, muchas gracias Don Mundo por todo su apoyo y amistad. **CEPIPSA** (Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Salud Animal) UNAM.

RESUMEN

El genotipo de los ovinos y su alimentación pueden afectar la respuesta productiva y características de la canal de ovinos. Se estimó la respuesta productiva y características de la canal de tres genotipos de ovinos de pelo (Kathadin, Dorper y Pelibuey) alimentados con dos dietas isonitrogenadas (14.39 % PC) e isoenergéticas (1.75 Mcal ENm/kg MS) para corderos en engorda (NRC, 2007) con dos niveles de aceite de soya (0 y 3% MS). Se utilizaron 30 corderos machos enteros (21.7±2.0 kg) en un diseño completamente al azar con arreglo factorial (2x3) de tratamientos. Los tratamientos (T) fueron: T1 y T2= Kathadin con 0 y 3% aceite; T3 y T4=Dorper con 0 y 3 % aceite; T5 y T6=Pelibuey con 0 y 3 % aceite. El T1 mostró mayor ($P<0.05$) ganancia de peso que T6 (181 vs 141 g/d), pero no hubo diferencias en consumo y conversión alimenticia; el peso de la canal caliente y fría fue mayor en T3 que T4 (19.9 vs 17.76 kg; 18.98 vs 17.06 kg); las pérdidas por oreo fueron mayores ($P<0.05$) en T2 que T4 (1.22 vs 0.70 kg). El pH en la canal 24 h post-sacrificio fue mayor ($P<0.05$) en T1 que T3, T4 y T5 (6.12 vs 5.78 vs 5.80 vs 5.88). El contenido de MS de la carne fue menor en T1 que T4 (33.21 vs 37.68 %). No hubo efecto ($P>0.05$) de los tratamientos sobre las partes de la no canal de los corderos. Se concluye que el genotipo y el aceite de soya en la dieta pueden modificar la respuesta productiva y características de la canal de ovinos de pelo.

Palabras clave: Genotipo, aceite, características de la canal, respuesta productiva.

ABSTRACT

Feeding and genotype can affect the performance and carcass characteristics of fattening lambs. It was studied the productive response, carcass and meat characteristics of three hair sheep genotypes (Kathadin, Dorper and Pelibey) fed with two isonitrogenous (14.39 % CP) and isocaloric (1.75 Mcal NEm/kg DM) diets for growing feedlot lambs (NRC, 2007) with two levels of soybean oil (0 and 3 % DM). Thirty growing male lambs were used (21 ± 2.0 kg LW) in a complete randomized design with factorial (3x2) arrangement of treatments. Treatments (T) were: T1 and T2= Kathadin with 0 and 3% oil; T3 and T4=Dorper with 0 and 3 % oil; T5 and T6=Pelibuey with 0 and 3 % oil. T1 showed higher ($P < 0.05$) daily weight gain, but there were no differences ($P > 0.05$) in feed intake and feed conversion; hot and cold carcass weight were greater in T3 than in T4 (19.9 vs 17.76; 19.98 vs 17.06 kg); drip loss was higher in T2 than T4 (1.22 vs 0.70 kg). Carcass pH 24 h post slaughter was higher in T1 than in T3, T4 and T5 (6.12 vs 5.78 vs 5.80 vs 5.88). Meat dry matter content was lower in T1 than T4 (33.21 vs 39.68 %). There were no effect ($P > 0.05$) of treatments over no parts of the carcass of lambs. It is concluded that genotype and soybean oil in diet can modify performance, carcass and meat characteristics in hair sheep.

Key words: Genotype, oil, carcass characteristics, performance.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIAS	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Importancia de los ovinos en México y el mundo	5
2.2. Sistemas de producción	5
2.3. Tipos raciales y respuesta productiva	9
2.4. Carne de ovino	11
2.4.1. Producción de carne ovina en México	11
2.4.2. Consumo de carne ovina	12
2.5. Uso de grasas en la alimentación de rumiantes	13
2.5.1. Deposición de grasa en ganado bovino, ovino y porcino	18
2.5.2. Efectos genéticos	20
2.6 Características de la canal y calidad de la carne de ovinos	20
2.7. Demanda de productos ovinos por el consumidor	22
III. JUSTIFICACIÓN	23
IV. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	24
V. HIPÓTESIS	25
VI. OBJETIVOS	26
6.1. Objetivo general	26
6.2. Objetivos específicos	26
VII. MATERIALES Y MÉTODOS	27
7.1. Ubicación del área experimental	27
7.2. Materiales	27

7.3. Métodos.....	27
7.3.1. Manejo de animales experimentales	29
7.3.2. Diseño experimental, modelo y análisis estadístico	34
VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
8.1 Carta de recepción del artículo.....	36
8.2. Artículo enviado	37
IX. DISCUSIÓN GENERAL	56
X. CONCLUSIONES GENERALES.....	60
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	61
XII. ANEXOS	65
12.1 Capítulo de libro	65
12.2. Portada de Libro	88
12.3. Resumen enviado.....	90

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1	Producción y valor de la carne ovina en canal en México.....	12
2	Principales Estados productores de carne de ovino en México en 2013.....	13
3	Partición de la grasa corporal entre depósitos en bovinos, ovinos y cerdos, en contenidos similares de grasa y crecimiento relativos de los depósitos de grasa.....	19
4	Composición (g/kg MS) y análisis calculado de las dietas sin y con aceite de soya.....	28

I. INTRODUCCION

Para el año 2050, el sector agrícola tiene el reto de aumentar la producción en más de 60% para alimentar al mundo (FAO, 2012). En este escenario, el consumo de carne, como una fuente estratégica de proteína en la dieta humana, se espera que crezca sustancialmente. La demanda proyectada muestra que la posición de liderazgo será tomado por las aves de corral y las carnes de cerdo, seguido de carne de vacuno y ovino. Se espera un crecimiento en el sector ovino de 22% en volumen y 4% en los precios entre 2009-11 y 2021, lo cual será encabezado sobre todo por los países en desarrollo (Montossi *et al.*, 2013). La producción ovina es una actividad muy difundida en todo el mundo que se desarrolla principalmente en pastoreo. Se estima que durante 2013 se generaron 13.6 millones de t métricas de carne de borrego que contribuyeron con casi el 5% del total de carnes producidas ese año (FAO, 2012).

Mejorar la productividad animal y calidad de los productos pecuarios es una búsqueda continua (Williamson *et al.*, 2005). Los ovinos son una especie pecuaria muy importante como productores de leche, carne, lana y pieles; por esta razón, el conocimiento de algunos aspectos de su producción y calidad de la carne permitirá evaluar y reorientar nuestros sistemas de producción con la intención de mejorarlos (Serra *et al.*, 2009). El mercado actual para la carne ovina, ha mostrado un incremento en la demanda de canales magras; por esta razón, el conocimiento de algunos aspectos de la calidad de la canal y la carne permitiría impactar favorablemente en la salud de la población humana (Bianchi *et al.*, 2008).

El suministro adecuado de alimentos depende de resultados de la investigación y la aplicación de nuevos conocimientos a la solución de los problemas relacionados con la producción de alimento nutritivo, seguro y sano (Pond *et al.*, 2002).

La carne es uno de los alimentos más nutritivos para consumo humano debido a su aporte de proteínas de alto valor biológico, grasas, minerales y vitaminas. Provee calorías procedentes fundamentalmente de proteínas y ácidos grasos esenciales (Hedrick *et al.*, 1994; Pearson y Dutson, 1994). Conforme aumenta la población humana y en la medida en que las naciones se industrializan y mejoran sus economías, el consumo de carne aumenta (Hedrick *et al.*, 1994). Así pues, una especie que ha brindado beneficios a la humanidad desde etapas muy remotas es el ovino doméstico (*Ovis aries*). Sus fibras y pieles han vestido al hombre durante miles de años, de igual forma su carne y leche han sido parte importante de la dieta. Sus subproductos, entre ellos grasas y excretas, sirven para la fabricación de jabones y champú y como fertilizante orgánico. Su fuerza de trabajo como animal de carga se ha utilizado durante siglos por algunos pueblos asiáticos (De Lucas y Arbiza, 2001a).

Demasiada grasa en la canal y la carne desanima la compra y esta comúnmente es removida antes de la cocción o durante la preparación de los alimentos. Pero la mayoría de los consumidores desean algo de grasa, en parte debido a que el concepto de corte ideal de la carne incluye grasa y también debido a que una pequeña cantidad de grasa es requerida para óptima palatabilidad y consumo. Esto se debe a que la grasa confiere características de sabor a la carne a través

de una compleja interacción entre los componentes de la grasa y tejido magro, y también debido a que previene el secado durante el cocinado. La cantidad de grasa requerida para estos propósitos es sujeto de investigación y resultados recientes sugieren que con relación al sabor en realidad es muy pequeña (Czerkowski y Clapperton, 1984; Wood, 1984).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

La ganadería en México contribuye a la generación de riqueza, de empleo y producción de alimentos para la población. Una vasta superficie del país se destina a las actividades ganaderas y se estima que la mitad del territorio nacional está cubierta con tierras para el cultivo de alimentos para animales (pastos, forrajes, granos, oleaginosas). Un sector importante de la población rural se encuentra asociado a los sistemas de producción animal y la contribución de la ganadería al producto interno bruto agropecuario de México no es despreciable. Sin embargo, el país no es autosuficiente en producción de alimentos de origen animal, debido a lo cual se importan grandes cantidades de carne y leche de diferentes países (Ku, 2008).

El inventario de ganado ovino en México aumentó 25% entre 2003 y 2013, alcanzando 8.5 millones de cabezas y se estima que en 2014 llegó a 8.6 millones. Las importaciones de ovinos son principalmente para abasto, y en el año 2014 alcanzaron las 23 mil cabezas con un valor de 3,000 mdp. México produjo en 2014 alrededor de 58 mil t de carne de ovino y casi 5 mil t de lana sucia. Entre los años 2009 y 2014 el crecimiento promedio anual de cada uno de estos productos fue de 1.6% en el caso de la carne y 0.7% en el de la lana. Todas las entidades del país producen carne de ovino, sin embargo, los Estados de Hidalgo y México, son los de mayor importancia, ya que participan con más de 27.3% del volumen y 32.2% del valor generado (SIAP-SAGARPA, 2014).

2.1. Importancia de los ovinos en México y el mundo

Por su gran adaptación, los ovinos pueden ser criados en todos los climas, aunque para ello es necesario elegir la raza o tipo de animal más adecuado para una región dada. La cría de ovinos proporciona múltiples productos a la familia: carne que contiene proteínas de alta calidad y que puede cubrir los requerimientos proteicos y de hierro en los niños; leche para la elaboración de queso; lana y estiércol (FAO, 2000).

Los primeros ovinos que llegaron a México, se introdujeron a la península de Yucatán en 1520, pero fue en 1521 el año en que Cortés introdujo al continente americano el ganado ovino o lanar, el cual fue un privilegio de los españoles, quienes eran expertos en el telar manual y fabricaban diferentes tipos de paños. La llegada a América de caballos, cerdos y corderos trajo consigo nuevos productos y costumbres que contribuirían al mestizaje y a la formación de una nueva cultura. A los indios sólo se les permitía, con contadas excepciones, poseer rebaños pequeños para uso familiar. Al paso del tiempo no fue nada difícil para ellos aprender a ejecutar el fino trabajo del telar; realizando bellos paños, frazadas y sayales, sacos, sarapes, mantas, túnicas, colchas afelpadas, cobertores y bonetes (De Lucas y Arbiza, 2001b).

2.2. Sistemas de producción

En México la ovinocultura se realiza prácticamente en todo el país bajo diferentes modalidades, que van desde los sistemas de producción intensiva y altamente tecnificada hasta los regímenes extensivos de tipo trashumante, totalmente

carentes de tecnología. Cada sistema presenta peculiaridades de desarrollo, de acuerdo con la situación socioeconómica de los productores y con las distintas condiciones climatológicas de cada región. Esto causa fluctuaciones cíclicas en la oferta del ganado y ocasiona severas diferencias en el tipo y condiciones de los animales al momento de la venta, lo cual origina una amplia variabilidad en el producto final y se contraviene dos de las principales exigencias del mercado, que son la constancia en la entrega del producto y la homogeneidad en su tipo (Partida *et al.*, 2013).

El sistema de producción se refiere básicamente al método en que se van alimentar y manejar los animales. En distintas regiones de México (Estados de Veracruz, Tabasco, Chiapas) existen ejemplos de manejo extensivo a base de alimentación en pradera de pastos tropicales; manejo semi intensivo, donde los animales se alimentan a base de esquilmos agrícolas y posteriormente ya en corrales pueden recibir algún suplemento (concentrado, sales minerales o vitaminas), lo cual es más frecuente en el centro del país, como en los Estados de México e Hidalgo; sistema de producción intensivo, que se caracteriza por grandes cantidades de insumos proporcionados a los animales (alimentación a base de granos, instalaciones muy sofisticadas a base de materiales costosos, uso de tecnología moderna, inseminación artificial, trasplante de embriones, y asesoría técnica). Existen ejemplos muy localizados de este tipo de sistema en Jalisco, Querétaro y Guanajuato (CONARGEN, 2010).

Los productores de ovino en todo el mundo se caracterizan por la cría y manejo de esta especie en sistemas extensivos, haciendo uso principalmente de pastos nativos, a menudo se encuentran en zonas marginales, donde producen carne, lana, leche y pieles. Como la población mundial aumenta, la producción de alimentos y fibras de las tierras marginales serán cada vez más importantes. Por lo tanto, la industria ovina es probable que tenga una oportunidad en este escenario (Macfarlane y Simm, 2007; Mueller, 2008).

Desde 1990, en países como Nueva Zelanda, Australia y Uruguay, es posible ver varios cambios estructurales en el sector ovino, tales como: a) reducción del número total de ovejas, b) reducción o conversión de las unidades de producción de ovinos en otras explotaciones c) mayor especialización en lana y/o carne de calidad, d) intensificación y aumento de la productividad, e) envejecimiento de los productores, y g) menos mano de obra disponible (y menos cualificados) para trabajar en la cría de ovejas (Montossi *et al.*, 2011)

La producción de ovinos en México se desarrolla en condiciones muy diversas desde el punto de vista tecnológico y socioeconómico. La variabilidad de las condiciones climatológicas, y características regionales matizadas por las tradiciones y costumbres de la población, influyen en el desarrollo de la producción animal, por lo que se requiere mejorar el manejo alimenticio y reproductivo, utilizar razas o recursos genéticos que se ajusten a las condiciones agroecológicas, de mercado y de disponibilidad de recursos forrajeros, así como vigilar el cumplimiento de programas sanitarios para el control de enfermedades. Por lo

anterior, se debe impulsar la adopción de nuevas técnicas y sistemas de manejo en las unidades de producción con el fin de mejorar su eficiencia y productividad (CONARGEN, 2010).

La ganadería ovina en México es muy dispersa y en general se realiza con el principal objetivo de servir de ahorro. El 80% de la población ovina se encuentra en unidades de producción cuyos dueños están muy limitados en recursos financieros y tecnológicos. Esta actividad se canaliza casi en un 100% a la producción de carne, aunque se observan ya algunas unidades de producción de doble propósito; aun así, México sigue siendo un país deficitario en productos de origen ovino, por lo que se tienen que importar distintos productos (carne, quesos, lana); la carne generalmente es de segunda o tercera calidad con varios meses congelada pero tiene buena demanda por su precio bajo. Hasta hace pocos años, México importaba 70% de la carne ovina que consumía, pero en 2009 este porcentaje fue sólo 30% (50 mil t en 2002 contra 24 mil en 2009). Esto se debe al incremento de la producción interna, que pasó de 30 mil a casi 54 mil t en los últimos ocho años (UNO, 2009).

La industria ovina en México ha cambiado en función de la distribución de la tierra y de sus objetivos de producción. En el siglo pasado, México exportaba lana, carne y piel, cuando las condiciones de posesión de la tierra permitieron practicar una ovinocultura extensiva, trashumante y con grandes rebaños de ovejas productoras de lana. Al paso de los años y con la redistribución de la tierra a mediados del siglo pasado, la población ovina se redujo considerablemente

cambiando también el tamaño de los rebaños. Sin embargo, en la última década, la producción de ovinos en el país tomó un nuevo impulso con la participación de las razas de pelo que se desarrollan en diversas regiones (Arteaga, 2007).

2.3. Tipos raciales y respuesta productiva

Las principales razas ovinas explotadas en México son: Rambouillet, Dorset, Hampshire, Suffolk, Kathadin, Pelibuey, Black Belly, Saint Croix y Dorper. Otras, con poblaciones menores son la Romanov, Texel, Charolais, East Friesian, ille de France y Damara. A raíz del crecimiento de la industria ovina en México, los criadores nacionales trabajan intensamente en el mejoramiento genético de las distintas razas, lo que permite tener actualmente mejor calidad genética. El potencial productivo de las razas desarrolladas, su condición sanitaria, la disponibilidad de razas para climas tropicales y subtropicales, además de una serie de factores que hacen posible la adaptabilidad en una diversidad de climas, han sido elementos importantes en el desarrollo de la ovinocultura nacional (Arteaga, 2007).

Raza Dorper

Raza cárnica, originaria de Sudáfrica introducida a México a mediados de los años 90's, con una amplia adaptabilidad a todos los climas desde el templado, frío hasta el seco y tropical. Destaca por su excelente conformación de los cuartos traseros produciendo excelentes resultados en programas de cruzamiento con las razas de pelo que se encuentran ampliamente difundidas en todas las regiones de México.

Los criadores mexicanos se han esforzado por traer al país excelentes ejemplares campeones en Canadá y los Estados Unidos, logrando estar a la vanguardia en genética a nivel mundial. Pesos adultos en hembras 80-95 kg, en machos 120-130 kg (AMCO, 2007).

Raza Kathadin

Raza de creciente popularidad en México, que es explotada en todos los climas desde los fríos y templados hasta los tropicales. Raza originaria de los Estados Unidos, desarrollada en los años 50's buscando un ovino de pelo, especializado en producción de carne magra de excelente calidad. Animales prolíficos, con excelente habilidad materna, buena producción de leche, con alta resistencia a los parásitos. Es utilizada como raza materna en esquemas de cruzamiento para producir cordero en base a ganado ovino de pelo. Destaca su ganancia de peso postdestete en condiciones de engordas intensivas así como su precocidad y comportamiento en pastoreo. Su peso adulto en hembras 60-75 kg, en machos 120-130 kg (AMCO, 2007).

Raza Pelibuey

Ovino de pelo originario de Cuba, representa el mayor inventario de ovinos en México, raza difundida en todos los climas y estados de la república, con un crecimiento constante en esta raza existen tres variedades (canelo, blanco y pinto). Raza materna, base para cruzamientos y producción de corderos para sacrificio, animales rústicos, prolíficos de ciclo reproductivo abierto. En México se

han seleccionado por ganancia de peso y características maternas, creando una raza ideal para producción intensiva de carne de ovino en los trópicos. Pesos adultos en hembras 50-60 kg, en machos 85-100 kg (AMCO, 2007).

2.4. Carne de ovino

La carne se define como la porción comestible de animales domésticos sanos destinados para consumo humano. Está constituida principalmente por tejido conectivo, epitelial, nervioso y adiposo, según la localización anatómica, edad, género y especie animal. La relación de estos tejidos se refleja en el rendimiento de la canal así como en las características de calidad y consecuentemente en el costo de la carne (Hui *et al.*, 2006). El *Codex Alimentarius* (1991) define a la carne como “todas las partes de un animal que han sido dictaminadas como inocuas y aptas para el consumo humano o que se destina para este fin.

2.4.1. Producción de carne ovina en México

De acuerdo con el Censo Agropecuario (2007), en México existen alrededor de 53 mil unidades de producción de ganado ovino, de las cuales, cerca de 60% reportan ventas de ganado y lana sucia. En el Cuadro 1 se observa la producción de carne ovina. El Cuadro 2 muestra la producción de carne de ovino por entidades en el 2013. El precio en el medio rural en canal se ha incrementado un 3.4% anual, ubicándose en \$52.1 por kg en 2013 y se estima que en 2014 pudo alcanzar \$53.8 por kg.

Cuadro 1. Producción y valor de la carne ovina en canal en México.

Año	Inventario (millones de cabezas)	Carne en canal		
		Volumen (t)	Valor de la producción (mdp)	Precio medio al productor (\$/kg)
2011	8.2	56,546.0	2,678.1	47.4
2012	8.4	57,691.7	2,864.5	49.7
2013	8.5	57,980.4	3,020.2	52.1
2014p	8.6	58,287.0	3,148.1	54.0
2015e	8.8	59,632.0	3,339.3	56.0

Modificado de SIAP-SAGARPA-SIAVI (2015). Secretaría de Economía.
p= cifras preliminares; e= cifras estimadas; mdp= millones de pesos.

2.4.2. Consumo de carne ovina

El consumo nacional aparente (CNA) se ha incrementado de 0.5 a 0.8-1.0 kg según la SIAP (2007) y la UNO (2009). Suárez y Sagarnaga (2000) mencionaron que un nivel de disponibilidad per cápita en carne de ovino como el registrado es sumamente bajo comparado con el consumo de carne de otras especies evidenciando con ello, que los mexicanos tenemos una preferencia poco generalizada por el consumo de este cárnico, debido posiblemente al elevado costo del principal platillo (barbacoa).

Cuadro 2. Principales Estados productores de carne de ovino en México en 2013.

Estados	Volumen, t	Participación, %	Valor, mdp	Participación, %
Hidalgo	7,253.0	12.5	496.4	16.4
México	8,596.5	14.8	475.5	15.7
Veracruz	4,819.5	8.3	231.8	7.7
Puebla	4,125.1	7.1	220.9	7.3
Zacatecas	4,175.7	7.2	207.7	6.9
Baja California	3,280.0	5.7	165.1	5.5
Resto del país	25,730.7	44.4	1,222.8	40.5
Total Nacional	57,730.4	100.0	3,020.2	100.0

SIAP-SAGARPA (2015).

2.5. Uso de grasas en la alimentación de rumiantes

Hees *et al.* (2008) reportaron que la suplementación de rumiantes con grasa se ha investigado como un medio para influir en una gran variedad de procesos fisiológicos o para alterar la composición de ácidos grasos de los productos alimenticios derivados de los animales. Varios experimentos de digestibilidad se han realizado con ganado bovino y ovino para elucidar los efectos de las grasas suplementarias sobre la utilización de otros componentes de la dieta. Los efectos asociativos negativos parecen no estar presentes en rumiantes que consumen

dietas a base de forrajes con suplementación de grasa en menos de 2% del consumo de materia seca. La inclusión de grasa hasta 3% de la materia seca se recomienda para obtener los mayores beneficios de la energía contenida dentro de la grasa y otros componentes de dietas altas en forrajes. Para rumiantes alimentados con dietas altas en concentrados, la suplementación de grasa en un 6% de la materia seca se espera que tenga impactos mínimos en la utilización de otros componentes de la dieta.

Una razón obvia para la suplementación de dietas de rumiantes con grasa es para incrementar la densidad energética. Los ácidos grasos rinden más energía que otros nutrientes orgánicos cuando se metabolizan por el animal. Los valores de energía reportados por el NRC (1985) son al menos 2 veces mayor para las grasas que para los cereales. Efectos por altas cantidades de grasa dietaria, limitan su incorporación en la dieta a no más de 20% de la energía metabolizable dietaria.

En el rumen, los enlaces éster de los ácidos grasos con glicerol experimentan una hidrólisis rápida y extensa por las enzimas lipolíticas microbianas para formar glicerol y ácidos grasos libres. El glicerol puede entonces ser metabolizado por los microorganismos ruminales para producir ácidos grasos volátiles (AGV). Los ácidos grasos liberados a partir de la lipólisis pueden ejercer efectos antimicrobianos en el rumen, lo cual resulta en un cambio en las proporciones molares de AGV. Los ácidos grasos insaturados tienen un efecto antimicrobiano más potente y promueven una mayor inhibición de la fermentación ruminal que los

ácidos grasos saturados. El aceite de soya agregado a suplementos a base de maíz en dietas con heno de pasto bromo generalmente disminuye la proporción acetato:propionato lo cual se ha acompañado con una reducción de la digestión de la materia orgánica, principalmente de la fracción fibrosa; esto ha sido observado cuando el aceite de soya se agregó en más de 6% de la materia seca a dietas basadas en forrajes. Un incremento en las proporciones molares tanto de ácido propiónico como de butírico ocurrió durante la fermentación ruminal de glicerol.

Falta información sobre las interacciones de los componentes de la dieta en rumiantes suplementados con grasas dentro de un amplio espectro de relaciones forraje:concentrado; dietas que varían desde 18.4 a 72.9 % de forraje y que fueron suplementadas con aceite de soya para mantener un 6.4% de grasa cruda de la materia seca de la dieta, causaron una variación en los patrones de AGV a medida que la relación forraje:concentrado cambió; así mismo, la biohidrogenación de ácidos grasos C:18 aumentó a medida que el nivel de forraje se incrementó (Hees *et al.*, 2008).

Arenas *et al.* (2010) estudiaron el efecto de diferentes tipos de grasas (saturadas, insaturadas, protegidas y no protegidas) en rumiantes y encontraron que las grasa insaturadas protegidas no afectaron la degradación de la materia seca pero las no protegidas si afectaron negativamente esta degradación y que no se evidenció un efecto claro de la protección de grasas saturadas sobre la cinética de fermentación.

El contenido de grasas en la dieta de los rumiantes es relativamente bajo, varía de 2 a 4% en alimentos concentrados, y de 5 a 7% en forrajes. Las grasas son, sin embargo, usadas ampliamente como ingredientes en la preparación de alimentos concentrados. Una gran proporción de estas grasas dietarias, tanto las que ocurren naturalmente dentro de los alimentos como aquellas agregadas son triglicéridos. Debido a que el contenido de energía de las grasas es más del doble que otros ingredientes y que son usualmente altamente digeribles, su contribución al metabolismo de la energía del animal es mayor. Sin embargo, es difícil asignar un valor de energía a las grasas debido a que hay a menudo una compleja interacción entre la grasa agregada y otros componentes de la dieta. Diferentes grasas se sabe que tienen diferentes efectos en el consumo voluntario de alimento y esto depende de otros componentes de la mezcla de alimentos. Por ejemplo cuando mezclas de sebo de res y cebada se dieron a vacas lecheras, el consumo de alimento fue afectado hasta que se dieron más de 750 g por día de sebo de res, pero cuando una mezcla de aceite de soya y harina de soya se dio a vacas similares, el consumo de alimento se redujo marcadamente (Hees *et al.*, 2008).

Los efectos del aceite de linaza sobre la fermentación ruminal son mejor ilustrados por resultados de experimentos con la técnica de simulación ruminal (Rusitec) donde es posible ejercer control sobre ingresos, egresos y condiciones dentro de los envases de reacción. Se ha encontrado que el aceite de linaza deprime la digestión de la materia seca y la extensión de esta depresión aumenta con el incremento de aceite agregado y fue de 10% para una incorporación de 1 g de

lípidos por día. La suplementación con menores cantidades *in vivo* probablemente podría dar cambios en la digestión que son imposibles de detectar, y por su puesto estos estarían confundidos por efectos compensatorios de fermentación secundaria en el tracto posterior. En concordancia con muchos otros resultados reportados, el aceite de linaza deprimió la producción de acético y butírico e incremento la producción de ácido propiónico. También hay una disminución en la producción de metano (52%) y como en otros experimentos *in vitro* así como *in vivo* con aditivos de grasa, no hubo una acumulación de hidrogeno gaseoso. La gran disminución en la producción de butírico fue consistente con una disminución del número de protozoarios lo cual es compensado por un aumento en la producción de materia bacteriana dando un aumento global en la producción microbiana de alrededor del 11% por gramo de aceite de linaza lo cual se debe a un aumento de síntesis microbiana de 8.7 a 11 g por mol.

Entre un 5 y 15% de la materia seca microbiana consiste de lípidos, y tomando en cuenta que la masa microbiana sintetizada puede ser alrededor de 230 g por kg de materia orgánica digerida, los lípidos microbianos pueden representar una contribución significativa al animal huésped. Estos lípidos microbianos son principalmente estructurales, y por lo tanto complejos, y no se sabe con certeza que proporción puedan ser digeridos, absorbidos y utilizados por el animal. No hay mucha información sobre los mecanismos de síntesis de lípidos microbianos. Es posible que algunas unidades preformadas sean usadas por los microorganismos directamente pero esto requeriría un abastecimiento disponible de ácidos grasos

en solución y la habilidad de los ácidos grasos para entrar a la célula microbiana. Se ha demostrado por varios investigadores que los microorganismos del rumen incorporan acetato en sus lípidos, esto es, ellos pueden sintetizar lípidos *de novo* (Czerkawski and Clapperton, 1984; Wood, 1984).

2.5.1. Deposición de grasa en ganado bovino, ovino y porcino

Es bien conocido que durante el crecimiento a pesos de sacrificio comercial hay un marcado cambio en la composición corporal con incremento de la grasa, disminución del hueso, mientras que el tejido magro permanece relativamente constante.

En términos del coeficiente de crecimiento (b) en el siguiente modelo alométrico lineal, se muestran las partes del mismo. $\text{Log } y = \log a + b \log x$

Cuando $x =$ peso del tejido $y =$ peso vivo

Valores de aproximadamente 0.7 para hueso, 1.0 para tejido magro y arriba de 1.5 para tejido adiposo son comúnmente encontrados. Esta especie es sacrificada con alrededor de 200 a 300 g de grasa total por kg de peso vivo con un valor similar para grasa de la canal en relación al peso de la canal.

El tejido adiposo se acumula en las mismas partes del cuerpo (depósitos) en ganado ovino y cerdos, pero las proporciones en los principales depósitos difieren entre especies (Cuadro 3). En rumiantes alimentados intensivamente, el incremento del nivel de grasa en la dieta hasta cierto punto es atractivo debido a que incrementa la utilización de la energía. Los efectos subsecuentes sobre el depósito de ácidos grasos parecen impredecibles. Algunos investigadores han

mostrado que los ácidos grasos insaturados (linoleico) presentes en fuentes de lípidos tales como el aceite de soya o girasol son completamente hidrogenados en el rumen dando lugar a un aumento en las concentraciones de ácido esteárico en los depósitos de grasas con poco cambio en la concentración de linoleico. Se ha encontrado que la concentración de ácido linoleico en grasa perirrenal aumentó de 20 a 70 mg/g cuando dietas de corderos fueron suplementadas con aceite de girasol (58 g/kg); sin embargo, considerables cantidades de grasa dietaria escaparon a hidrogenación ruminal.

Cuadro 3. Partición de la grasa corporal entre depósitos en bovinos, ovinos y cerdos, en contenidos similares de grasa y crecimiento relativos de los depósitos de grasa.

Variable	Bovino	Ovino	Cerdo
	Grasa total (g/kg)	Grasa total (g/kg)	Grasa total (g/kg)
<i>Canal</i> Subcutánea	240	433	680
Intermuscular	364	327	215
<i>Abdomen</i> Perirrenal-			
retroperitoneal	172	95	61
Mesentérica	127	36	38
Omental	97	109	7

Modificado de Butler-Hogg and Wood (1982); citados por Wood (1984).

Las ventajas de incrementar la densidad energética de las dietas sin reducir la digestibilidad pueden ser alcanzadas si la grasa dietaria es protegida de la hidrogenación en el rumen. Aparte de la posibilidad de incrementar la eficiencia del crecimiento, la protección de los lípidos de la dieta fue llevado a cabo para producir productos cárnicos con beneficios a la población con desordenes cardiacos, sin embargo, aparentemente la carne con altos niveles de ácido linoleico muestra sabores oleosos, dulces o blandos resultado del desdoblamiento oxidativo del ácido linoleico durante la cocción.

2.5.2. Efectos genéticos

La raza afecta la composición y calidad del tejido adiposo principalmente a través de su efecto en el contenido total de grasa. Al mismo peso corporal, las razas de maduración tardía tienen una menor concentración de grasa que las de maduración temprana, y el tejido adiposo por sí mismo tiene una mayor concentración de agua y menor concentración de lípidos en células más pequeñas. A la misma edad, estas diferencias entre razas se reducen considerablemente (Wood, 1984).

2.6 Características de la canal y calidad de la carne de ovinos

De todas las características sensoriales que contribuyen a la calidad de la carne, la blandura es probablemente la más importante a la hora de su consumo, ya que esta es una parte fundamental en cuanto a la aceptabilidad o rechazo del consumidor. La dureza de la carne depende de un gran número de factores biológicos intrínsecos, tales como raza, edad, sexo, alimentación y tipo de

musculo, así como de factores de manejo de los animales antes de su sacrificio y de las condiciones postmortem de la carne y la canal (Hui *et al.*, 2006). La dureza de la carne se refiere a la fuerza de corte necesaria para romper la carne, mientras que la textura implica la conformación del tejido conectivo. La blandura de la carne es la resultante de dos fuerzas, la relacionada con el tejido conectivo y la relacionada con el tejido miofibrilar.

Sin duda, al momento de la compra, la presentación en general, y el color en particular, son los atributos más importantes en decidir las preferencias del consumidor. Una vez hecha la elección, la textura de la carne (particularmente su ternura y jugosidad), es el atributo que determina la elección del producto. De modo que si bien existen otras características asociadas con la calidad de la carne (pH, capacidad de retención de agua, flavor) y de la grasa, que preocupan al consumidor (sobre todo el contenido y perfil de ácidos grasos por su asociación con los problemas de salud como las enfermedades cardiovasculares), es la ternura la característica más importante en definir la calidad del producto (Bianchi, 2008). Estas propiedades están influenciadas por varios factores como la raza del animal, el manejo *antemortem*, procesos de matanza, manejo de las canales durante el almacenamiento *postmortem*, características intrínsecas del músculo y tejido conectivo, intensidad de proteólisis *postmortem* en las células musculares y temperatura de cocción de la carne (Pearson y Dutson, 1994). En el caso de la jugosidad, la cantidad de grasa intramuscular es un factor importante ya que ambas variables se asocian positivamente (Huffman *et al.*, 1996). La satisfacción

del consumidor de carne depende de un conjunto de propiedades de la misma tales como su terneza, jugosidad y sabor. Sin duda, la terneza es uno de los atributos que el consumidor privilegia como criterio de calidad. Si bien hay diferentes criterios entre consumidores en cuanto a características deseables de la carne, la preferencia por carne tierna es consistente y reconocida en todos los ámbitos de producción y comercialización (Soria y Corva, 2004). En el caso de la jugosidad, la cantidad de grasa intramuscular es un factor importante ya que ambas variables se asocian positivamente (Huffman *et al.*, 1996).

2.7. Demanda de productos ovinos por el consumidor

Según las proyecciones del Departamento de Agricultura y Protección al Consumidor de la FAO, la producción mundial de carne se habrá duplicado para el año 2050, y se prevé que la mayor parte del crecimiento se concentrará en los países en desarrollo. El creciente mercado de la carne representa una importante oportunidad para los productores pecuarios y los elaboradores de carne de estos países. No obstante, el incremento de la producción ganadera y la elaboración y comercialización inocuas de carne y productos cárnicos conformes a las normas higiénicas supone un serio desafío (FAO, 2014).

III. JUSTIFICACION

En México la producción de ovinos se ha incrementado en los últimos años, sin embargo, aún no se logra satisfacer la demanda de carne que se consume de esta especie; en este escenario es donde encontramos una oportunidad y retos para mejorar la producción.

El Estado de México es el principal consumidor de carne de ovino en México; sin embargo, la ovinocultura presenta un mosaico de sistemas de producción y uso de tipos raciales que influyen en las características de la canal y la carne. Se sabe también que la grasa es el elemento principal que afecta el sabor y propiedades organolépticas de la carne. Por lo tanto, la selección de tipos raciales y uso de lípidos en la dieta pueden ser elementos importantes a tomar en cuenta en sistemas intensivos de producción para generar productos cárnicos que satisfagan al consumidor al disponer de carne tierna con máximo de magro pero con la cantidad suficiente de grasa que permita dar ternura, sabor y jugosidad a los cortes (chuletas) o platillos que demanda la población.

Por lo anterior, es necesario estudiar la respuesta de distintos genotipos ovinos en México, en términos de su producción, características presentes en la canal y a su vez en el producto final que es la carne.

IV. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo influye el genotipo de ovinos de razas de pelo en condiciones de engorda intensiva y la adición de aceite de soya en la dieta sobre la respuesta productiva y las características de la canal y la carne?

V. HIPÓTESIS

El genotipo y la suplementación con aceite de soya en la dieta afectan la respuesta productiva, y características de la canal y la carne de ovinos de pelo en engorda intensiva.

VI. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

Evaluar tres genotipos ovinos de pelo suplementados con aceite de soya en la dieta, sobre la respuesta productiva, y características de la canal y la carne.

6.2. Objetivos específicos

- a) Medir la respuesta productiva (consumo de materia seca, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia) de ovinos de pelo en engorda en corral con dos niveles de aceite de soya en la dieta.
- b) Analizar las características de la canal (rendimiento, peso en caliente y frío, grasa dorsal, longitud de la canal, ancho de tórax y ojo de la chuleta), y partes de la no canal (peso de vísceras verdes y rojas).
- c) Medir los atributos de calidad instrumental de la carne (pH, temperatura, fuerza de corte, color).
- d) Estudiar la composición química de la carne (proteína, humedad, cenizas).
- e) Realizar análisis de correlación entre atributos de la canal.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Ubicación del área experimental

El experimento se llevó a cabo en El Cerrillo Piedras Blancas, Municipio de Toluca de Lerdo, Estado de México, en las coordenadas geográficas 19° 42' 16" latitud Norte, y 99° 39' 38" longitud Oeste del Meridiano de Greenwich. El clima predominante es templado frío con lluvias en primavera y verano, a una altura de sobre el nivel del mar de 2,640 m. La temperatura media anual es de 13.6 °C con una máxima de 25 °C y 3 °C como mínima; la precipitación pluvial anual varía de 800 a 1500 mm (INEGI, 2008).

7.2. Materiales

Se utilizaron 30 corderos machos enteros de tres genotipos (Kathadin, Dorper y Pelibuey), con 21.7 ± 2.0 kg PV, provenientes del municipio de Ocotlán, Estado de Jalisco, los cuales se alojaron en corraletas individuales provistas de comedero y bebedero. En la alimentación de los ovinos se utilizaron los siguientes ingredientes: rastrojo de maíz, maíz molido, soya, salvado de trigo, canola, aceite de soya y premezcla de vitaminas y minerales.

7.3. Métodos

Los ovinos recibieron dos dietas isoproteicas (14.39 % PC) e isoenergéticas (1.75 Mcal ENm kg⁻¹ MS) para corderos en crecimiento (NRC, 2007), a las que se agregó o no aceite de soya (3 y 0 % MS). En el Cuadro 4 se observa la composición y análisis calculado de las dietas.

Cuadro 4. Composición (g/kg MS) y análisis calculado de las dietas sin y con aceite de soya.

Ingrediente	Sin aceite	Con aceite
Rastrojo de maíz	185	230
Maíz	410	330
Soya	130	140
Canola	60	60
Salvado	70	70
Melaza	120	115
Aceite de soya	0	30
Minerales y vitaminas ¹	25	25
Análisis calculado		
ENm (Mcal kg ⁻¹ MS)	1.75	1.75
ENg (Mcal kg ⁻¹ MS)	1.08	1.09
Proteína cruda, %	14.39	14.39
PDR, %	8.70	8.70
PNDR, %	5.69	5.69
Calcio, %	0.67	0.69
Fosforo, %	0.40	0.39

¹Premezcla de minerales y vitaminas (PREMIX BORREGOS): Ca, 4500 gr; Zn, 1.5 gr; Cu, 20 gr; Fe, 140 gr; K, 90 mg; Co, 500 gr; Mg, 36 gr; I, 500 mg; Se, 90 mg; Na, 125 gr; Vit. A, 3000 UI/Kg; Vit. D3, 750 UI/Kg; Vit. E, 25 UI/Kg. ENm= Energía neta de mantenimiento; ENg= Energía neta de ganancia; Mcal= Mega calorías; MS= Materia seca; PDR= Proteína degradable en rumen; PNDR= Proteína no degradable en rumen.

Los corderos recibieron los tratamientos (dietas) y agua *ad libitum*. La adaptación de los animales a los tratamientos y al manejo fue de 10 días; la alimentación se proporcionó a las 8:00 y 14:00 horas. Durante el periodo de adaptación, los

corderos fueron desparasitados (Ivermectina, 1ml/50 kg PV), inmunizados con una bacterina (Hexgon 8) y vitaminados (Vigantol® ADE fuerte 1 ml animal⁻¹). Las dietas se mezclaron en una mezcladora, y una vez que los ingredientes se homogeneizaron, se agregó poco a poco el aceite de soya dando al menos 5 minutos de tiempo de mezclado.

7.3.1. Manejo de animales experimentales

Respuesta productiva

Las variables de estudio para respuesta productiva fueron: peso vivo inicial, peso vivo final, consumo de alimento, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia. Se midió el peso del alimento ofrecido y rechazado diariamente, se registró el peso de cada cordero con una báscula digital marca TOR REY EQM-400/800 Capacity400 X0.10kg/800 X0.20 lb al inicio del experimento y posteriormente cada 15 días con ayuno de alimento de 12 h para reducir el efecto de llenado del tubo digestivo (Ensminger y Parker, 1986).

Características de la canal

Al concluir el experimento, se practicó ayuno de 12 horas con solo agua de bebida con el fin de no contaminar la canal con contenido gastrointestinal al momento de la evisceración, los ovinos se pesaron y se transportaron al Rastro municipal de Capulhuac, Estado de México en donde se procedió al sacrificio; previo a la matanza, se volvieron a pesar para calcular la merma por transporte y obtener el rendimiento comercial. Una vez en el rastro, el procedimiento se inició con la insensibilización por medio tenazas que emiten una descarga eléctrica para

provocarles pérdida inmediata de la conciencia (FAO, 2007); enseguida se procedió al desangrado con incisión en la vena yugular y al degüelle para separar las partes de la no canal (cabeza, patas, zalea, testículos y vísceras), dejando los riñones dentro de la canal. Para la evaluación de las características de la canal, los animales fueron pesados individualmente para medir las siguientes variables:

Peso vivo al sacrificio (PVS). Peso vivo (kg) de los animales al momento del sacrificio, con 12 h de ayuno.

Peso de la canal caliente (PCC). Obtenido inmediatamente después de concluir la evisceración.

Peso de la canal fría (PCF). Se refrigeró la canal a 4 °C durante 24 horas; después se pesó para obtener el valor de peso de la canal fría.

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

Rendimiento verdadero de la canal. Peso de la canal caliente/peso vivo vacío x 100.

Peso de vísceras verdes. Al momento del sacrificio se pesó (kg) el rumen, intestino delgado e intestino grueso una vez que se vaciaron y lavaron.

Peso de vísceras rojas. Al momento del sacrificio se pesó (kg) corazón y pulmones.

Peso de cabeza, patas, zalea y testículos. Se registró su peso (kg) por separado al momento del sacrificio.

Contenido de grasa interna perirrenal (escala de 1 a 4). 1. Riñones descubiertos, 2. Riñones con gran ventana, 3. Riñones con pequeña ventana, 4. Riñones cubiertos totalmente. Esto fue realizado con apreciación visual (Delfa *et al.*, 1995).

Análisis morfométrico de las canales:

Longitud de la canal. Se midió la distancia máxima entre el borde anterior de la sínfisis isquiopubiana y el borde anterior de la primera costilla en su punto medio.

Longitud de la pierna. Se midió la distancia entre el punto más caudal del periné y el punto más distal del borde medial de la superficie articular tarso-metatarsiana.

Ancho de la grupa. Se midió la anchura máxima de la cadera a nivel de los trocánteres de ambos fémures, se realizar con una cinta métrica de tela graduado en cm.

Ancho mayor de tórax. Se midió a la anchura máxima de la curvatura de las costillas, aproximadamente entre la 5ª y 7ª costillas; Será medida con una cinta metálica graduada en cm.

Ancho menor de tórax. Se midió la distancia mayor entre la superficie externa del esternón y la superficie externa de la 6ª vértebra torácica. Será medida con la cinta metálica.

Depósito de grasa dorsal. Se midió con una regla graduada en mm en la región lumbar (6a y 13a costillas).

Área del ojo de chuleta (Longissimus dorsi). Se midió en la 13a costilla, para esto se utilizó una plantilla cuadrículada propuesta por la Ames Iowa (1998). Una vez realizado la incisión, se colocó la plantilla sobre la chuleta, cada 20 puntos

equivalen a una pulgada cuadrada, a ésta se le calcula su raíz cuadrada y el valor resultante se multiplica por 2.54, que son los centímetros que comprende una pulgada lineal; finalmente el resultado se elevará al cuadrado para obtener los cm².

Pérdidas por oreo. Pérdidas por oreo (PO) = PCC – PCF

PO = Pérdidas por oreo, expresado en kilogramos.

PCC = Peso medio en kilogramos de la canal a los 45 minutos postmortem.

PCF = Peso medio en kilogramos de la canal tras permanecer 24 horas a temperatura ambiente.

Evaluación instrumental y calidad de la carne. Para las mediciones de calidad se utilizó el lado derecho de la canal y se determinó el pH y temperatura a la altura de la 10^a costilla con un potenciómetro HANNA H199163 con electrodo de penetración. Se obtuvo una chuleta para determinar el color utilizando un Colorímetro Minolta Chroma Meter CR-400, cabezal de medición CR-400, platos de calibración CR-A43, ángulo de visión de 200, hecho en Tokio, Japón (donde L* indica luminosidad, a* indica tonalidades rojizas y b* indica tonalidades amarillas) siguiendo la metodología propuesta por Honikel (1998).

Fuerza de corte. Para esta prueba, se tomaron cinco muestras del músculo *Longissimus dorsi*, las cuales fueron envasadas al vacío y congeladas a -20°C. El análisis se realizó en el Laboratorio de Ciencia de la Carne del Centro de Enseñanza Práctica e, Investigación en Salud Animal (CEPIPSA) de la Universidad Nacional Autónoma de México. Las muestras se dejaron descongelar

en refrigeración (5 a 10° C), durante 24 horas. Posteriormente, cada muestra fue identificada. La fuerza de corte con la cuchilla Warner-Bratzler (WB) se determinó de acuerdo a lo establecido por AMSA (1995). Para ello, las chuletas de 2.5 cm de grosor fueron asadas en una parrilla eléctrica (Alton) hasta que alcanzaron una temperatura interna de 70°C (termómetro Hanna instruments), cuando se alcanzó dicha temperatura, las chuletas fueron retiradas de la parrilla y se enfriaron a temperatura ambiente (Chairman *et al.*, 1978). Para realizar las mediciones de fuerza de corte se empleó un sacabocados automático y se obtuvieron ocho cilindros de cada chuleta con cortes paralelos al sentido de las fibras musculares de 2.5 cm de largo y 1 cm de diámetro. Posteriormente, cada cilindro se sometió a un corte transversal (perpendicular a las fibras) con la cuchilla triangular del equipo Warner-Bratzler, se calibró el dinamómetro a cero y se leyó la lectura de la fuerza necesaria para realizar dicho corte en la escala acoplada al equipo, los datos fueron registrados en kg.

Composición química de la carne.

De las canales se tomaron muestras del ojo de la chuleta (12^a a 13^a costillas), las cuales fueron colocados en hielo y transportados al Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UAEM, en donde se envasaron al vacío y congelaron a -20 °C. Posteriormente fueron descongelados a 4°C durante 24 horas y enseguida fueron analizados sus contenidos de humedad, proteína y cenizas, según la AOAC (1995).

7.3.2. Diseño experimental, modelo y análisis estadístico

Se utilizó un diseño Completamente al Azar con arreglo factorial de tratamientos 2 x 3 (dos niveles de aceite y tres genotipos), con cinco repeticiones por tratamiento (Steel *et al.*, 1997). Los tratamiento (T) fueron: T1 y T2= Kathadin con 0 y 3% aceite; T3 y T4=Dorper con 0 y 3 % aceite; T5 y T6=Pelibuey con 0 y 3 % aceite. Para la fase de respuesta productiva y características de la canal, cada animal y cada canal se consideraron como una unidad experimental. El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = M + A_i + B_j + AB_{ij} + \beta(X_{ij} - \bar{X}_{..}) + E_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta en la j-esima repetición del i-esimo tratamiento

M= Media general

A_i = Efecto del factor A (genotipo)

B_j = Efecto del factor B (nivel de aceite)

AB_{ij} = Efecto de la interacción A*B

β =Coeficiente de regresión

X_{ij} =Variable independiente o covariable

$\bar{X}_{..}$ =Media general de la covariable

E_{ijk} = Error aleatorio

Para la evaluación instrumental (pH, temperatura, color) se realizaron 5 lecturas por tratamiento; para la determinación de la composición química y fuerza de corte de la carne, se tomaron cinco muestras por tratamiento.

Se utilizó el peso inicial de los corderos como covariable para eliminar este efecto sobre las variables de respuesta. Se hizo análisis de varianza y la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey. Además, se realizaron correlaciones entre variables de interés de la canal (SAS, 2002).

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Carta de recepción del artículo

Se envió a la revista Agrociencia del Colegio de Postgraduados el artículo intitulado: “**Respuesta productiva y características de la canal de ovinos de pelo alimentados con dos niveles de aceite de soya**”; el día 24 de Julio del 2015 es recibida CARTA DE RECEPCIÓN por parte del director de Agrociencia.



Editorial del Colegio de Postgraduados

24 de julio de 2015

CARTA DE RECEPCIÓN

DR. JOSÉ LUIS BORQUEZ CASTELUM
jlBorquez@yahoo.com.mx

Le comunico haber recibido la siguiente contribución para iniciar el proceso editorial en la revista AGROCIENCIA.

Título: RESPUESTA PRODUCTIVA Y CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE OVINOS DE PELO ALIMENTADOS CON DOS NIVELES DE ACEITE DE SOYA.

Autores: FERNANDO MARTÍNEZ SAN PEDRO, JOSÉ LUIS BÓRQUEZ CASTELUM, IGNACIO A. DOMÍNGUEZ VARA, ROLANDO ROJO RUBIO, MARÍA ANTONIA MARIEZCURRENA BERASAIN Y ERNESTO MORALES ALMARÁZ.

Su contribución ha sido formalmente recibida, asignándole la clave: **15-220** Copias de la misma serán enviadas a dos árbitros y a un editor, quienes evaluarán su contenido. Oportunamente se le comunicará los dictámenes respectivos.

Asimismo, le agradeceré que en toda correspondencia: a) Indique la clave asignada; b) notifique cualquier cambio de domicilio por correo electrónico.

Le recuerdo que como **autor responsable**, usted debe recabar las autorizaciones de los coautores (de haberlos) de que están conformes con el contenido de cada una de las versiones requeridas durante el proceso editorial y mantenerlos informados oportunamente de los avances respectivos. Es decir, **el suscrito sólo extenderá constancias a usted** por lo que le agradeceré que, de requerirse, sea el conducto para hacerle llegar copias a los interesados.

Finalmente le anticipo que, en caso de ser aprobada para publicación, su contribución deberá ser traducida al idioma inglés. Para tal efecto la dirección de Agrociencia ha seleccionado un grupo de traductoras que han probado su competencia en esa tarea. La traducción será asignada por el suscrito a una de ellas, en el entendido de que el pago que se convenga será hecho directamente por el autor responsable a la traductora. Ninguna persona de la oficina de Agrociencia actuará como intermediaria en los aspectos financieros involucrados.

SERGIO S. GONZÁLEZ MUÑOZ
DIRECTOR DE AGROCIENCIA

❖ SSGM/yfm

• Oficina Central - Guerrero # 9, Esquina Avenida Hidalgo -
• 56251, San Luis Huexotla, Texcoco, Estado de México -
• 01(595) 928.4427 • 01(595) 928.4013 •

• Colegio de Postgraduados • Campus Montecillo • Estadística •
• Carretera México-Texcoco, Km. 36.5, 56230, Montecillo •
• Texcoco, Estado de México •

• Apartado Postal 199, 56100, Texcoco •
• Apartado Postal 56, 56230, Chapingo •
• editorialcp@colpos.mx •

8.2. Artículo enviado

RESPUESTA PRODUCTIVA Y CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE OVINOS DE PELO ALIMENTADOS CON DOS NIVELES DE ACEITE DE SOYA

Fernando Martínez San Pedro¹, José Luis Bórquez Gastelum^{1*}, Ignacio Arturo Domínguez Vara¹, Rolando Rojo Rubio², María Antonia Mariezcurrena Berasain¹, Ernesto Morales Almaraz¹,

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Autónoma del Estado de México,

²Centro Universitario UAEM-Temascaltepec.

RESUMEN

El genotipo y la alimentación pueden afectar la respuesta productiva y características de la canal de ovinos. Se estimó la respuesta productiva y características de la canal de tres genotipos de ovinos de pelo (Kathadin, Pelibuey y Dorper) alimentados con dietas con dos niveles de aceite de soya (0 y 3% MS). Las dietas fueron isonitrogenadas (14.39 % PC) e isoenergéticas (1.75 Mcal ENm/kg MS) para corderos en crecimiento (NRC, 2007). Se utilizaron 30 corderos machos enteros (21.7±2.5 Kg) en un diseño completamente al azar con arreglo factorial (2x3) de tratamientos. Los tratamientos (T) fueron: T1 y T2= Kathadin con 0 y 3% aceite; T3 y T4=Dorper con 0 y 3 % aceite; T5 y T6=Pelibuey con 0 y 3 % aceite. El T1 mostró mayor ($P<0.05$) ganancia de peso que T6 (181 vs 141 g/d), pero no hubo diferencias en consumo y conversión alimenticia; el peso de la canal caliente y fría fue mayor en T3 que T4 (19.9 vs 17.76 kg; 18.98 vs 17.06 kg); las pérdidas por oreo fueron mayores ($P<0.05$) en T2 que T4 (1.22 vs 0.70 kg). El pH en la canal 24 h post-sacrificio fue mayor en T1 ($P<0.05$) que T3, T4 y T5 (6.12 vs 5.78 vs 5.80 vs 5.88). El contenido de MS de la carne fue menor en T1 que T4 (33.21 vs 37.68 %). No se encontró efecto ($P>0.05$) de los tratamientos sobre las partes de la no canal de los corderos. Se concluye que el genotipo y aceite de soya en la dieta pueden modificar la respuesta productiva y características de la canal de ovinos de pelo.

Palabras clave: Genotipo, aceite, características de la canal, respuesta productiva.

INTRODUCCIÓN

Para el año 2050, el sector agrícola tiene el reto de aumentar la producción agropecuaria en más del 60% para alimentar al mundo (FAO, 2012). En este escenario, el consumo de carne, como fuente de proteína en la dieta humana, se espera que crezca sustancialmente.

Los ovinos son una especie pecuaria muy importante como productores de leche, carne, lana y pieles. Por esta razón, el conocimiento de algunos aspectos de su producción y calidad de la carne permitirá evaluar y reorientar nuestros sistemas de producción con la intención de mejorarlos (Serra *et al.*, 2009).

Uso de grasas y aceites en la alimentación de rumiantes

Hees *et al.* (2008) reportaron que la suplementación de grasa a rumiantes con grasa se ha investigado como un medio para influir en una gran variedad de procesos fisiológicos o para alterar la composición de ácidos grasos de los productos alimenticios derivados de los animales. Varios experimentos de digestibilidad se han conducido con ganado bovino y ovino para elucidar los efectos de las grasas suplementarias sobre la utilización de otros componentes de la dieta. Los efectos asociativos negativos parecen no ser observados en rumiantes que consumen dietas a base de forrajes con suplementación de grasa menor al 2% del consumo de materia seca. La inclusión de grasa hasta 3% de la materia seca se recomienda para obtener los mayores beneficios de la energía contenida dentro de la grasa y otros componentes de dietas altas en forrajes. Para rumiantes alimentados con dietas altas en concentrados, la suplementación de grasa en un 6% de la materia seca se espera que tenga impactos mínimos en la utilización de otros componentes de la dieta.

Una razón obvia para la suplementación de dietas de rumiantes con grasa es para incrementar la densidad energética de la dieta. Los ácidos grasos rinden más energía que otros nutrientes orgánicos cuando se metabolizan por el animal. Los valores de energía reportados por el NRC (2007) son al menos dos veces mayores para las grasas que para los cereales. Efectos impuestos por altas cantidades de grasa dietaria, sin embargo, limitan su incorporación en la dieta a no más del 20% de la energía metabolizable dietaria.

Un incremento en las proporciones molares tanto de ácido propiónico como butírico ocurrió durante la fermentación ruminal de glicerol. Macleod y Buchanan (1972) encontraron que la adición de aceite de soya, ácidos grasos saturados y sebo hidrogenado en dietas de corderos tendió a disminuir la digestibilidad de la fibra cruda y la fibra detergente ácido (FDA). La disminución fue significativa ($P < 0.05$) solo en los casos del aceite de soya y ácidos grasos saturados sobre la digestibilidad de la fibra cruda.

Wiseman (1984) hace un análisis del uso de grasas en la nutrición de rumiantes y menciona que falta información sobre las interacciones de los componentes de la dieta en rumiantes suplementados con grasas dentro de un amplio espectro de relaciones forraje a concentrado. Dietas que variaban desde 18.4 a 72.9 % de forraje fueron suplementadas con aceite de soya para mantener un 6.4% de grasa cruda de la materia seca de la dieta, lo cual varió los patrones de AGV a medida que la relación forraje concentrado cambió; así mismo, la biohidrogenación de ácidos grasos C:18 aumentó a medida que el nivel de forraje se incrementó. Este autor agrega que el contenido de grasas en la dieta de los rumiantes es relativamente bajo, variando de 2 a 4% en alimentos concentrados y 5 a 7% en forrajes.

Radunz *et al.* (2009) analizaron el efecto de ácidos grasos poliinsaturados (aceite de soya y aceite de linaza) relación 2:1 para proveer 3% de grasa adicional en la dieta de corderos post-destete de dos genotipos (Hampshire x Dorset) y no encontraron efecto en la ganancia de peso de los corderos (0.370 vs 0.351 kg/día) sin y con aceite. Tampoco encontraron efecto en el consumo de materia seca (1.62 vs 1.67 kg/día) ni en la conversión alimenticia (4.37 vs 4.76).

Kim *et al.* (2007) evaluaron el uso de aceites de linaza, soya y algodón en corderos en crecimiento cruzas de Kathadin x Dorper y encontraron que no hubo efecto sobre la ganancia diaria de peso (0.27 vs 0.27 vs 0.26 kg/día), consumo de materia seca (0.90 vs 0.84 vs 0.92 kg/día) y conversión alimenticia (3.33 vs 3.23 vs 3.41 kg).

Kucuk *et al.* (2004) estudiaron la suplementación de aceite de soya (0, 3.2, 6.3 y 9.4% MS) en una dieta alta en concentrados en corderos y no encontraron efecto sobre nitrógeno amoniacal, tasa de pasaje del alimento y pH ruminal, pero los ácidos grasos

volátiles (AGV) disminuyeron con los niveles crecientes de aceite. Lo anterior, se puede deber al efecto negativo del aceite sobre la digestibilidad de la fibra.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales y manejo alimenticio

Se utilizaron 30 corderos machos enteros de tres genotipos (Kathadin, Dorper y Pelibuey) con 21.7 ± 2.5 kg PV, con alrededor de 3 meses de edad, los cuales se alojaron en corraletas individuales bajo techo provistas de comedero y bebedero.

En el Cuadro 1 se observa la composición de las dietas sin y con aceite de soya, y su análisis calculado.

Cuadro 1. Composición (g kg^{-1} MS) y análisis calculado de las dietas sin y con aceite de soya.

Ingrediente	Sin aceite	Con aceite
Rastrojo de maíz	185	230
Maíz	410	330
Soya	130	140
Canola	60	60
Salvado	70	70
Melaza	120	115
Aceite de soya	0	30
Minerales y vitaminas ¹	25	25
Análisis calculado		
ENm (Mcal kg^{-1} MS)	1.75	1.75
ENg (Mcal kg^{-1} MS)	1.08	1.09
Proteína cruda	143.9	143.9
PDR	87.0	87.0
PNDR	56.9	56.9
Calcio	6.7	6.9
Fósforo	4.0	3.9

¹Premezcla de minerales y vitaminas: Ca, 4500 g; Zn, 1.5 g; Cu, 20 g; Fe, 140 g; K, 90 mg; Co, 500 g; Mg, 36 g; I, 500 mg; Se, 90 mg; Na, 125 g; Vit. A, 3000 UI/Kg; Vit. D3, 750 UI/Kg; Vit. E, 25 UI/Kg. ENm= Energía neta para mantenimiento; ENg= Energía neta para ganancia de peso; Mcal= Megacalorías; MS= Materia seca; PDR= Proteína degradable en rumen; PNDR= Proteína no degradable en rumen.

Los ovinos recibieron las dietas a las que se agregó o no aceite de soya para tener dietas isonitrogenadas (14.39 % PC) e isoenergéticas (1.75 Mcal ENm kg⁻¹ MS) para corderos en crecimiento (NRC, 2007). Los corderos recibieron agua y los tratamientos *ad libitum*. La adaptación de los animales a los tratamientos y al manejo fue de 10 días; la alimentación se proporcionó a las 8:00 y 14:00 hrs. Durante el periodo de adaptación, los corderos fueron desparasitados (Ivermectina, 1ml/50 kg PV), inmunizados con una bacterina (Hexgon 8) y vitaminados (Vigantol® ADE fuerte 1ml animal⁻¹). La dieta se mezcló en mezcladora vertical y una vez que los ingredientes se homogenizaron, se agregó poco a poco el aceite de soya dando al menos 5 minutos de tiempo de mezclado

La respuesta productiva se midió en términos de consumo de alimento diario, ganancia de peso y conversión alimenticia. Previo a la matanza, se practicó ayuno por 12 h con solo agua de bebida con el fin de no contaminar la canal; los animales se pesaron y se transportaron para su sacrificio al rastro municipal de Capulhuac, Estado de México, y previo a la matanza se volvieron a pesar para calcular la merma por el transporte y obtener el rendimiento comercial. Antes de la matanza, los animales se insensibilizaron por descarga eléctrica, procediendo al desangrado con incisión en la vena yugular y al degüello para separar las partes de la no canal (cabeza, patas, zalea, testículos y vísceras), dejando los riñones dentro de la canal. Todos los procedimientos del estudio que involucraron el manejo de los ovinos se llevaron a cabo dentro de los lineamientos aprobados por técnicas oficiales locales para el cuidado de los animales en México (NOM-051-ZOO-1995: cuidado humanitario de los animales durante la movilización; NOM-033-ZOO-1995: sacrificio humanitario de animales silvestres y domesticos).

Una vez expuesta la canal, se midieron las siguientes variables: peso de la canal caliente y fría, rendimiento comercial, contenido de grasa interna (perirrenal), longitud de la canal, longitud de la pierna, ancho de grupa, grasa dorsal, área del ojo de la chuleta, perdidas por oreo, composición química, color de la carne, fuerza de corte .

Peso de la canal caliente. Fue obtenido inmediatamente después de haber terminado la evisceración (50 min post-matanza).

Peso de la canal fría. Debido al despiece rápido de la canal para su procesamiento en barbacoa y por las condiciones del taller no permitió que se refrigeraran a 4 °C durante 24 horas; por lo que la canal se mantuvo únicamente a temperatura ambiente (Capulhuac, estado de México) durante 12 horas para su maduración, posteriormente fue pesada para obtener el valor de peso de la canal fría.

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

Contenido de grasa interna (grasa perirrenal) (escala de 1 a 4). 1. Riñones descubiertos, 2. Riñones con gran ventana, 3. Riñones con pequeña ventana, 4. Riñones cubiertos totalmente. Esto fue realizado con apreciación visual (Delfa *et al.*, 1995).

Longitud de la canal. Se midió con cinta métrica de tela de nylon graduada en cm, la distancia máxima entre el borde anterior de la sínfisis isquiopubiana y el borde anterior de la primera costilla en su punto medio.

Longitud de la pierna. Se midió la distancia entre el punto más caudal del periné y el punto más distal del borde medial de la superficie articular tarso-metatarsiana.

Ancho de la grupa. Se midió la anchura máxima de la cadera a nivel de los trocánteres de ambos fémures.

Ancho mayor de tórax. Se midió la anchura máxima de la curvatura de las costillas, aproximadamente entre la 5ª y 7ª costillas.

Ancho menor de tórax. Se midió la distancia mayor entre la superficie externa del esternón y la superficie externa de la 6ª vértebra torácica.

Grasa dorsal. Fue medido con una regla graduada en mm en la región lumbar (6a y 13a costillas).

Área del ojo de chuleta (Longissimus dorsi). Fue medida en la 13ª costilla, para lo cual se utilizó una plantilla cuadrículada (gradilla) propuesta por la Ames, Iowa Cooperative Extension Service (1998). Una vez realizado la incisión, se colocó la plantilla sobre la chuleta; en esta plantilla se considera que cada 20 puntos equivalen a una pulgada cuadrada, a la cual se le calcula su raíz cuadrada y el valor resultante se multiplica por 2.54,

que son los centímetros que comprende una pulgada lineal; finalmente el resultado se elevó al cuadrado para obtener los cm^2 .

Pérdidas por oreo. Se calculó por diferencia del peso de la canal 45 minutos postmortem y su peso tras permanecer 24 horas a temperatura ambiente.

Composición química. De las canales se tomaron muestras del ojo de la chuleta (12a a 13a costillas), las cuales fueron colocados en hielo y transportados al laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UAEM, en donde se envasaron al vacío y congelaron a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante tres meses. Posteriormente fueron descongelados a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas y enseguida fueron analizados sus contenidos de humedad, proteína cruda, extracto etéreo y cenizas según la AOAC (1990).

pH y temperatura. Para estas mediciones se utilizó el lado derecho de la canal y se determinó el pH y temperatura a la altura de la 10^a costilla con un potenciómetro HANNA HI99163 con electrodo de penetración.

Color de la carne. Se obtuvo una chuleta de la 13^a costilla para determinar el color utilizando un Colorímetro Minolta Chroma Meter CR-400, cabezal de medición CR-400, platos de calibración CR-A43, ángulo de visión de 200, donde L^* indica luminosidad, a^* indica tonalidades rojizas y b^* indica tonalidades amarilla, según la metodología propuesta por Honikel (1998).

Fuerza de corte. Para esta prueba, se tomaron cinco muestras del músculo *Longissimus dorsi*, las cuales fueron envasadas al vacío y congeladas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Cada muestra fue identificada, y la fuerza de corte con la cuchilla Warner-Bratzler (WB). Para ello las chuletas de 2.5 cm de grosor fueron asadas en una parrilla eléctrica (Alton) hasta que alcanzaron una temperatura interna de $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, cuando se alcanzó dicha temperatura, las chuletas fueron retiradas de la parrilla y se enfriaron a temperatura ambiente (Chairman et al., 1978). Para realizar las mediciones de fuerza de corte se empleó un sacabocados automático y se obtuvieron ocho cilindros de cada chuleta (2.5 cm de largo y 1 cm de diámetro) con cortes transversales al sentido de las fibras musculares. Posteriormente, cada cilindro se sometió a un corte transversal (perpendicular a las fibras) con la cuchilla

triangular del equipo Warner-Bratzler, se calibró el dinamómetro a cero y se registró la lectura de la fuerza necesaria (kg) para realizar dicho corte.

Diseño experimental, modelo y análisis estadístico

El diseño experimental fue Completamente al Azar con arreglo factorial de tratamientos (2x3). Se hizo análisis de varianza y la comparación de medias con la prueba de Tukey (SAS, 2003). El peso inicial de los animales se consideró como covariable para eliminar este efecto sobre las variables de respuesta. El modelo estadístico fue el siguiente (Steel *et al.*, 1997).

$$Y_{ijk} = M + A_i + B_j + AB_{ij} + \beta(X_{ij} - \bar{X}_{..}) + E_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta en la j-esima repetición del i-esimo tratamiento

M = Media general

A_i = Efecto del factor A (genotipo)

B_j = Efecto del factor B (nivel de aceite)

AB_{ij} = Efecto de la interacción A*B

β = Coeficiente de regresión

X_{ij} = Variable independiente o covariable

$\bar{X}_{..}$ = Media general de la covariable

E_{ijk} = Error aleatorio

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respuesta productiva

No hubo efecto ($P>0.05$) de la covariable (peso inicial) sobre las variables de respuesta de los animales.

La respuesta productiva puede estar afectada por factores del animal (genotipo) y factores del ambiente (alimentación, manejo, sanidad, instalaciones). En el Cuadro 2 se observa el consumo de alimento (MS), ganancia de peso y conversión alimenticia. El genotipo Kathadin alimentado con la dieta sin aceite, mostró mayor ($P<0.05$) ganancia de peso que los ovinos Pelibuey con la inclusión de 3 % de aceite de soya en la dieta (181 vs 141 g/d). Lo anterior, coincide con Cameron y Hogue (1968), aunque ellos utilizaron un mayor nivel de aceite en la dieta (15%). Ambos resultados se pueden explicar desde el punto de vista de diferencias genéticas y de la fisiología digestiva, ya que hay evidencia (Church *et al.*, 2002) que indica que altos niveles de lípidos (sobre todo poliinsaturados) en la dieta de rumiantes, deprimen la digestibilidad de la fibra, y esto afecta el consumo voluntario, y por tanto la ganancia de peso de los animales. Manso *et al.* (2006) usaron aceite de palma (2.5 y 4.1%) en la dieta de corderos en crecimiento *versus* grasa protegida mediante saponificación (3.1 y 5%). La inclusión de grasa disminuyó la digestibilidad de la FDA (77.0 vs 64.5%); la digestibilidad de la FDN y MO fue menor con los niveles altos de grasa (50.3 vs 43.5%; 84.4 vs 81.9%), pero estos efectos no fueron evidentes cuando se usó grasa protegida. Estos autores concluyeron que la adición de aceite de palma protegido por saponificación evitó los efectos negativos en la digestibilidad a un nivel de 4.1 % de la dieta.

No hubo efecto ($P>0.05$) del genotipo, nivel de aceite y su interacción sobre el consumo de materia seca y conversión alimenticia. Radunz *et al.* (2009) tampoco encontraron diferencias ($P>0.05$) en consumo de materia seca y eficiencia alimenticia en corderos post destete alimentados con dietas que contenían aceite de soya (1.78%) y de linaza (0.89%). Chen *et al.* (2008) estudiaron el uso de aceite de soya (3%) en dietas para corderos destetados (12.75 kg PV) y no encontraron diferencias ($P>0.05$) en consumo de alimento y ganancia de peso.

Cuadro 2. Respuesta productiva de tres genotipos de ovinos de pelo en engorda, alimentados con dietas sin y con aceite de soya.

Variable	Dieta sin aceite			Dieta con 3 % aceite soya			EEM	P≤		
	T1 Katha	T3 Dorp	T5 Peli	T2 Katha	T4 Dorp	T6 Peli		A	B	A*B
Peso inicial, kg	19.04	23.56	21.66	20.36	22.90	23.00	1.93	—	—	—
Peso final, kg	37.10	39.16	37.90	36.74	37.28	37.08	0.88	0.57	0.061	0.960
GDP, kg/d	0.181 ^a	0.158 ^{ab}	0.162 ^{ab}	0.164 ^{ab}	0.144 ^{ab}	0.141 ^b	0.01	0.538	0.046	0.919
CMS, g/d	1194.9	1296.6	1248.9	1210.1	1254.3	1256.9	50.1	0.346	0.877	0.824
Conversión, kg	6.67	8.93	7.77	7.63	8.80	8.94	0.78	0.101	0.306	0.681

Medias con distinta literal en las misma hilera, son diferentes ($P\leq 0.05$). EEM=Error estándar de la media; A=Genotipo; B=Nivel de aceite; A*B= Interacción; Katha=Kathadin; Dorp=Dorper; Peli=Pelibuey.

Características de la canal

El peso de la canal caliente y fría fue mayor ($P<0.05$) en los corderos Dorper sin aceite que con aceite en la dieta (19.9 vs 17.76 y 18.98 vs 17.06 kg). No se encontraron diferencias ($P>0.05$) en peso final, peso al sacrificio, merma, rendimiento comercial y verdadero (Cuadro 3).

Ilian *et al.* (1988) estudiaron el efecto de incluir 5 y 10 % de grasa animal y un control sin grasa en la dieta de ovinos en clima caliente (38.1 °C con 22.5 % humedad relativa) y frío (26.4 °C con 32.8 % humedad relativa) sobre la ganancia de peso y características de la canal. Encontraron que los ovinos suplementados con grasa mejoraron la ganancia de peso sobre todo en clima caliente (Control 141.2 vs 134.9; 5 % grasa 158.4 vs 177.1; 10 % grasa 183.3 vs 177.1 g/d). La proteína, grasa y ceniza de la canal no se afectaron por la inclusión de grasa en la dieta. Lough *et al.* (1993) evaluaron el uso de aceite de palma de coco (10.7 %) contra un testigo sin aceite en corderos y encontraron que los que recibieron aceite en la dieta tuvieron mayor ganancia de peso (79 vs 118 g/d) debido a la mayor energía recibida o a la mejor utilización de la energía metabolizable.

La raza Kathadin mostró mayor ($P<0.05$) pérdida por oreo que la Dorper (1.22 vs 0.070 kg) cuando recibieron la dieta con 3 % aceite de soya. Boles *et al.* (2005) analizaron el efecto de la suplementación de aceite de cártamo (0, 3 y 6 % de la dieta) en corderos Targhee x Rambouillet bajo confinamiento y no encontraron diferencias en la respuesta productiva, características de la canal y color de la carne. Estos resultados son similares a la presente investigación ya que no se encontraron diferencias ($P>0.05$) en la mayoría de las variables estudiadas, aunque puede haber efectos diferenciales por el tipo de razas utilizadas.

Hubo mayor ($P<0.05$) peso de la canal caliente (19.90 vs 17.76 kg) y fría (18.98 vs 17.06 kg) en los ovinos de la raza Dorper alimentados con la dieta sin aceite que cuando se agregó 3% de aceite de soya. Para peso de la canal caliente la interacción genotipo y nivel de aceite fue significativa ($P=0.0282$).

Radunz *et al.* (2009) reportaron que al utilizar 3% de grasa adicional en la dieta de corderos no hubo efecto en peso de la canal caliente sin y con aceite (31.9 vs 31.7 kg), grasa dorsal (8.2 vs 8.8 mm) y área del *Longissimus dorsi* (17.11 vs 17.11 cm²). Las diferencias se pueden deber al genotipo (Hampshire x Dorset) utilizado por estos investigadores. Wynn *et al.* (2006) estudiaron el efecto de grasas protegidas (Megalac) con niveles bajos, medios y altos en la dieta (21.7, 43.3 y 86.6 g/kg MS) sobre la respuesta productiva y características de la canal en corderos Mule x Charolais y encontraron que no

hubo efecto en el crecimiento (204, 175 y 178 g/día), peso de la canal caliente (20.6, 19.7 y 19.9 kg) y grasa dorsal (3.6, 3.6 y 4 mm).

Hernández (2011) evaluó la adición de aceite (3% MS) a dietas para corderos Pelibuey x Kathadin (29 ±1.2 kg PV) y encontró que no hubo diferencias en ganancia de peso y conversión alimenticia. Tampoco encontraron diferencias en rendimiento comercial, color y terneza de la carne, pero mejoró el perímetro de la pierna

Cuadro 3. Características de la canal de ovinos de pelo suplementados con aceite de soya en la dieta.

Variable	Dieta sin aceite			Dieta con 3% aceite			EEM ₁	<i>P</i> ≤		
	T1 Katha	T3 Dorp	T5 Peli	T2 Katha	T4 Dorp	T6 Peli		A	B	A*B
Peso sacrificio, kg	36.66	38.90	37.46	36.40	36.86	36.84	1.42	0.319	0.185	0.567
Merma, kg	0.44	0.26	0.44	0.42	0.42	0.24	0.10	0.988	0.665	0.263
Peso canal caliente, kg	18.46 ^{ab}	19.90 ^a	18.94 ^{ab}	18.78 ^{ab}	17.76 ^b	18.2 ^{ab}	0.66	0.812	0.022	0.028
Peso canal fría, kg	17.40 ^{ab}	18.98 ^a	18.10 ^{ab}	17.56 ^{ab}	17.06 ^b	17.4 ^{ab}	0.67	0.432	0.005	0.189
Perdidas por oreo 24 h, kg	1.06 ^{ab}	0.92 ^{ab}	0.85 ^{ab}	1.22 ^a	0.70 ^b	0.82 ^{ab}	0.09	0.018	0.817	0.091
Rendimiento Comercial, %	49.65	48.83	49.41	48.37	51.49	50.51	1.16	0.580	0.390	0.252
Rendimiento verdadero, %	52.54	51.21	51.69	51.37	53.48	52.75	1.10	0.982	0.358	0.385
Área de chuleta (<i>Longissimus dorsi</i>), cm ²	7.16	7.80	8.0	7.80	9.03	8.58	0.57	0.236	0.096	0.828
Grasa dorsal 12 ^a costilla, mm	3.0	3.0	3.4	2.2	3.6	3.0	0.40	0.410	0.482	0.175
Grasa perirrenal (1-4)	2.20	2.60	2.40	2.40	2.60	2.80	0.29	0.544	0.420	0.799

Medias con distinta literal en las misma hilera, son diferentes (*P*≤0.05). A=Genotipo; B=Nivel de aceite; A*B= Interacción. ¹EEM=Error estándar de la media.

Mediciones morfométricas

El Cuadro 4 muestra las medidas morfométricas de la canal de genotipos de ovinos de pelo alimentados con o sin aceite de soya en la dieta. No hubo efectos ($P>0.05$) del genotipo, nivel de aceite ni su interacción en ninguna medición morfométrica.

Silva *et al.* (2005) analizaron las características de la canal mediante ultrasonido de 31 corderos hembras de dos genotipos a los cuales se ofrecieron dos dietas con grasa protegida (Megalac 17.5 y 29 g/kg MS) y encontraron que la grasa subcutánea en la 13ª vertebra torácica fue de 3.24 mm, y que la profundidad del musculo fue de 24.1 mm.

Cuadro 4. Mediciones morfométricas de tres genotipos de ovinos de pelo en finalización, alimentados con dietas sin y con aceite de soya.

Variable	Dieta sin aceite			Dieta con 3% aceite			EEM ¹	P≤		
	T1 Katha	T3 Dorp	T5 Peli	T2 Katha	T4 Dorp	T6 Peli		A	B	A*B
Longitud canal, cm	73.80	76.16	74.70	72.98	75.68	74.42	1.57	0.933	0.103	0.636
Longitud pierna, cm	31	30.50	29.92	30.28	30.24	31.84	1.02	0.888	0.721	0.420
Ancho de grupa, cm	20.14	21.26	21.32	21.14	19.58	25.76	1.80	0.180	0.397	0.257
Ancho mayor de torax, cm	71.90	74.24	73.82	72.66	73.20	72.82	0.96	0.996	0.182	0.366
Ancho menor de torax, cm	70.72	72.76	71.76	71.80	70.90	71.30	0.89	0.653	0.258	0.229

A=Genotipo; B=Nivel de aceite; A*B= Interacción. Grasa Perirrenal: 1=Riñones descubiertos, 2=Riñones con gran ventana, 3=Riñones con pequeña ventana, 4=Riñones totalmente cubiertos de grasa. ¹EEM=Error estándar de la media.

Evaluación instrumental y características de la carne

En el Cuadro 5 se puede ver que la raza Dorper con aceite mostró mayor ($P=0.06$) contenido de materia seca en la carne que la raza Kathadin sin aceite (37.68 vs 33.21 %). La raza Dorper alimentada con y sin aceite, y Pelibuey sin aceite en la dieta mostraron menor ($P<0.01$) pH a las 24 h post matanza que la raza Kathadin sin aceite; no se encontraron diferencias ($P>0.05$) en el contenido de proteína, cenizas, pH a las 0 h, temperatura (°C),

fuerza de corte, luminosidad (L^*), rojizo (a^*) y amarillento (b^*), por efecto del genotipo ni por el uso de aceite poliinsaturado de soya en la dieta; tampoco se encontró efecto ($P>0.05$) de la interacción genotipo y aceite de soya sobre estas variables. Radunz *et al.* (2009) reportaron que hubo efecto ($P<0.001$) de la suplementación de aceite en L^* de la carne siendo más clara con el uso de ácidos grasos poliinsaturados; sin embargo, no encontraron diferencia en los valores de a^* y b^* . Tampoco hubo efecto del uso de aceites poliinsaturados sobre la fuerza de corte de la carne de corderos (2.70 vs 2.65 kg/cm²). Chen *et al.* (2008) suministraron aceite de soya (3%) en la dieta de corderos y no encontraron efecto en el pH de la canal a la hora y 24 horas *postmortem*, pero la L^* de la carne fue mayor ($P<0.05$) en los ovinos que recibieron aceite. El aceite disminuyó la proporción de musculo en la canal, pero este tuvo efectos menores sobre características de calidad de la carne. Por otro lado, la inclusión de lípidos disminuyó el consumo de materia seca cuando se mezcló con alfalfa; sin embargo, la ganancia de peso no se vio afectada por el uso de aceite en los tratamientos. La luminosidad L^* de la carne no se afectó por el uso de lípidos en la dieta, pero las tonalidades amarillas (b^*) mostraron diferencias solo cuando el aceite se mezcló con la alfalfa. La fuerza de corte no se vio afectada por la inclusión de aceite de soya en la dieta. Jerónimo *et al.* (2009) alimentaron a corderos Merino (22.9 ± 2.78 kg PV) con 6 % de aceite mezclado con alfalfa peletizada en proporciones de 100% aceite de girasol; 66.6% aceite de girasol más 33.3% aceite de linaza; 33.3% aceite de girasol más 66.6% aceite de linaza, and 100% aceite de linaza. El peso vivo al sacrificio, peso de la canal caliente y grasa intramuscular de la chuleta y paleta aumentaron al reemplazar el aceite de girasol por el de linaza.

Cuadro 5. Composición química y análisis instrumental de la carne de tres genotipos de ovinos de pelo, alimentados con dietas sin y con aceite de soya.

Variable	Dieta sin aceite			Dieta con 3% aceite			EEM	P≤		
	T1 Katha	T3 Dorp	T5 Peli	T2 Katha	T4 Dorp	T6 Peli		A	B	A*B
Materia seca, %	33.21 ^a	34.24 ^{ab}	34.81 ^{ab}	34.09 ^{ab}	37.68 ^b	35.07 ^{ab}	0.947	0.069	0.060	0.226
Proteína, %	19.76	20.62	21.22	21.18	21.97	21.35	0.758	0.473	0.129	0.636
Cenizas, %	6.56	7.63	6.44	7.09	6.99	6.12	0.432	0.077	0.683	0.389
Fuerza de corte, kg/cm ²	4.70	4.96	4.71	5.02	4.20	5.81	0.700	0.630	0.709	0.427
pH 45 min	6.62	6.72	6.63	6.48	6.52	6.74	0.110	0.430	0.534	0.405
pH 24 horas	6.12 ^a	5.80 ^b	5.88 ^b	6.10 ^{ab}	5.78 ^b	5.98 ^{ab}	0.450	0.002	0.783	0.670
Temperatura ⁰ C a 0 horas	23.82	24.78	24.20	25.08	22.66	24.02	1.360	0.750	0.602	0.841
Temperatura ⁰ C a 24 horas	13.68	15.10	15.76	15.40	15.70	14.82	1.170	0.614	0.504	0.485
L*	34.49	37.15	38.63	37.67	38.72	38.52	1.260	0.142	0.146	0.439
a*	14.73	15.16	17.14	16.37	16.29	16.47	0.700	0.187	0.251	0.253
b*	6.20	6.82	8.63	7.97	9.80	7.40	1.040	0.406	0.394	0.114

Medias con distinta literal en las misma hilera, son diferentes (P≤0.05).

A=Genotipo; B=Nivel de aceite; A*B= Interacción; pH₀=pH 0 horas postmortem; pH₂₄=pH 24 horas postmortem; T₀=Temperatura 0 horas *postmortem* en grados Celsius; T₂₄=Temperatura 24 horas postmortem en grados Celsius; L*=Luminosidad; a*=Tonalidades rojizas; b*=Tonalidades amarillas; EEM=Error estándar de la media.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados, se concluye lo siguiente:

- a) El aceite de soya no afectó el consumo ni la conversión alimenticia; pero la raza Dorper mostró mayor ganancia de peso que la Pelibuey.
- b) No hubo efecto del aceite de soya en las medidas zoométricas, contenido de grasa de la canal, color de la carne y fuerza de corte en los tres genotipos estudiados
- c) La inclusión de aceite en la dieta afectó el pH, materia seca de la carne, perdidas por oreo y peso de la canal caliente y fría en la raza Dorper, Kathadin y Pelibuey

LITERATURA CITADA

- Ames, Iowa Cooperative Extension Service, Iowa State University of Science and Technology, November (1998).
- AOAC (Association of Official Analytic Chemist). 1990. Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytic Chemist. Washington, DC, U. S. A. 1094 p.
- Bessa, R.J.B., Alves, S.P., Jerónimo, E., Alfaia, C.P.M., Prates, J.A.M., & Santos-Silva, J. (2007). Effect of the type of lipid supplement on fatty acid composition of lamb meat. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 109(8): 868-878.
- Boles, J.A., Kott, R.W., Hatfield, P.G., Bergman J.W. and Flynn, C.R. 2005. Supplemental safflower oil affects the fatty acid profile, including conjugated linoleic acid of lamb. *J. Anim. Sci.* vol. 83 (9):2175-2181.
- Cameron, C.W. and Hogue, D.E. 1968. Effect of Varying Dietary Corn Oil and Hay-Grain Ratio on Lamb Growth and Fat Characteristics. *J. Anim. Sci.* 27:553-556.
- Chairman HR, Harry FB, Michael ER, Barbara EG, William GM, Reba S, Roger LW. 1978. American Meat Science Association. Committee on Guidelines for Cookery and Sensory Evaluation of Meat.

- Church, D.C., Pond, W.G. and Pond, K.R. 2002. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 2ª. Edición. Edit. Limusa. 200 p.
- Chen, X.J., Mao, H.L., Lin, J. and Liu, J.X. 2008. Effects of supplemental soybean oil and vitamin E on carcass quality and fatty acid profiles of meat in Huzhou lamb. *Acta Agriculturae Scand Section A*, 58:129-135.
- Delfa, R., F. Lahoz, y C. González. 1995. Modelos de clasificación de canales ovinas en la Unión Europea. *Eurocarne*. 37:37-44.
- FAO, 2012. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAOSTAT Ganadería.
- Hess, B.W., Moss, G.E. and Rule, D.C. 2008. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. *J. Anim. Sci.* vol. 86 (14): suppl E188-E204.
- Hernández, C.L. 2011. Calidad de la canal y carne de corderos complementados con aceites y rastrojo de maíz. Tesis de Doctorado en Ciencias. Colegio de Posgraduados. 67 p.
- Honikel K. O. 1998. Reference Methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science* 49 (4) 447-457.
- Ilian, M.A., Razzaque, M.A., Al-Awadi, A. and Salman, A.J. 1988. Use of fat in diets of sheep in hot environments. I. Effects on performance, carcass characteristics and lipid composition of plasma. *Animal Feed Science and Technology*. Volume 19, Issue 4: 327-341.
- Jerónimo, E., Alves, S.P., Prates, J.A.M., Santos-Silva, J. and Bessa, R.J.B. 2009. Effect of dietary replacement of sunflower oil with linseed oil on intramuscular fatty acids of lamb meat. *Meat Science* 83:499-505.
- Kim, S.C., Adesogan, A.T., Badinga L. and Staples, C.R. 2007. Effects of dietary n-6:n-3 fatty acid ratio on feed intake, digestibility, and fatty acid profiles of the ruminal contents, liver, and muscle of growing lambs. *J. Anim. Sci.* vol. 85(3):706-716.
- Kucuk , O., Hess B.W. and Rule, D.C. 2004. Soybean oil supplementation of a high-concentrate diet does not affect site and extent of organic matter, starch, neutral detergent fiber, or nitrogen digestion, but influences both ruminal metabolism and intestinal flow of fatty acids in limit-fed lambs. *J. Anim.Sci.* vol. 82(10):2985-2994.

- Lough, D.S., Solomon, M.B., Rumsey, T.S., Kahp, S. and Slyters, L.L. 1993. Effects of High-Forage Diets with Added Palm Oil on Performance, Plasma Lipids, and Carcass Characteristics of Ram and Ewe Lambs. *J. Anim. Sci.* vol. 71(5):1171-1176.
- Macleod, G.K. and Buchanan-Smith, J.G. 1972. Digestibility of Hydrogenated Tallow, Saturated Fatty Acids and Soybean Oil-Supplemented Diets by Sheep. *J. Anim. Sci.* 35:890-895.
- Manso, T., Castro, T., Mantecón, A.R. and Jimeno, V. 2006. Effects of palm oil and calcium soaps of palm oil fatty acids in fattening diets on digestibility, performance and chemical body composition of lambs. *Animal Feed Science and Technology.* Vol. 127, Issues (3-4, 28):175-186.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio humanitario de los animales domesticos y silvestres.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-051-ZOO-1995, Trato humanitario en la movilizacion de animales.
- NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants (Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids). Washington, DC: National Academy Press. p. 362.
- Radunz, A.E., Wickersham, L.A., Loerch, S.C., Fluharty, F.L., Reynolds, C.K. and Zerby H.N. 2009. Effects of dietary polyunsaturated fatty acid supplementation on fatty acid composition in muscle and subcutaneous adipose tissue of lambs. *J. Anim. Sci.* vol. 87 (12):4082-4091.
- SAS Institute Inc. 2003. Versión 9.1.3. Cary North Carolina, USA.
- Serra, A., Mele, M., La Comba, A., Conte, G., Buccioni, A. and Secchiari, P. 2009. Conjugated Linoleic Acid (CLA) content of meat from three muscles of Massese suckling lambs slaughtered at different weights. *Meat Science.* 81:396-404.
- Silva, S.R., Gomes, M.J., Dias-da-Silva, A., Gil, L.F. and Azevedo, J.M.T. 2005. Estimation *in vivo* of the body and carcass chemical composition of growing lambs by real-time ultrasonography. *J. Anim.Sci.* vol. 83 (2):350-357.
- Steel, R. G. D., Torrie, J. H. and Dickey, D. A. 1997. Principles and procedures of statistics a biometrical approach. 3rd ed. McGraw-Hill Series in Probability and Statistics. Printed in the United States of America. pp. 1-600.

Wiseman, J. 1984. Fats in animal nutrition. University of Nottingham. 521 p.

Wynn, R.J., Daniel, T.R., Flux, C.L., Craigon, J., Salter, A.M. and Buttery, P.J. 2006. Effect of feeding rumen-protected conjugated linoleic acid on carcass characteristics and fatty acid composition of sheep tissues. *J. Anim. Sci.* vol. 84(12):3440-3450.

IX. DISCUSIÓN GENERAL

El aceite de soya es la grasa de origen vegetal de mayor disponibilidad, procede de la industria del procesamiento del grano de soya tras la extracción y refinado del aceite para consumo humano. El aceite de soya utilizado en la industria de piensos incorpora gomas que son muy ricas en colina, fosfolípidos, antioxidantes y vitaminas E, lo que favorece la digestibilidad y la conservación del aceite durante el almacenamiento. Los aceites de girasol, maíz y soya son más energéticos que los aceites de oliva o de palma por ser más insaturados. Según FEDNA (1999) el contenido de energía metabolizable del aceite de soya es de 6.14 Mcal/kg MS, y el contenido de ácido oleico (C18:1) y linoleico (C18:2) en el aceite de soya es de 22.4 y 53 % de la grasa total.

Algunos sistemas de producción en corral de ovinos en México, están basados en el uso de altas cantidades de cereales (maíz, sorgo, trigo, avena) y en menor proporción de otras fuentes de energía como son las grasas animales y aceites vegetales. La demanda de canales de corderos con menor proporción de grasa y más músculo ha propiciado que las razas de pelo (Dorper, Kathadin, Pelibuey, Blackbelly) sean explotadas en corrales de engorda con el fin de obtener canales mejor terminadas y enviar corderos gordos al mercado en menor tiempo.

Carrasco *et al.* (2009) evaluaron el sistema de alimentación sobre las características de la canal de corderos livianos de la raza Churra bajo pastoreo o confinamiento y encontraron que el sistema de alimentación tuvo efectos en la

tasa de crecimiento, edad y peso al sacrificio, peso de la canal, porcentaje de rendimiento, grosor de la grasa así como en los parámetros subjetivos de clasificación (score de conformación) y depósitos internos de grasa, teniendo los corderos en pastoreo menores valores que el resto de los tratamientos. Sin embargo, las canales de animales en pastoreo fueron clasificadas dentro de los rangos normales para cordero ternasco comercial, similar al sistema en confinamiento.

El uso de lípidos en la alimentación animal ha permitido aumentar la densidad energética de la dieta, mejorar su palatabilidad, disminuir la presencia de polvo y mejorar su textura; sin embargo, en dietas altas en forraje ha mostrado efectos asociativos negativos en la digestión de la fibra con disminución en la relación acetato-propionato, reducción en la digestión de la materia orgánica y el consumo voluntario cuando el nivel de lípidos supera el 6% de la materia seca (Hess *et al.*, 2008). No obstante, estos autores indicaron que su inclusión hasta 3% de la materia seca ha mostrado los mayores beneficios del contenido de energía de la grasa y de otros componentes de la dieta. Así mismo, señalaron que para rumiantes alimentados con dietas altas en concentrados, la suplementación de 6% de grasa en la materia seca se espera que tenga impactos mínimos en la utilización de otros componentes dietarios. En esta investigación se utilizó 3% MS de aceite de soya en la dieta de los corderos y se encontró poco efecto en la mayoría de las características de la canal y de la carne, lo cual se pudo deber a

que a este nivel de aceite es eficientemente utilizado y no afecta la digestión del alimento y ni el consumo voluntario.

La inclusión de lípidos en la dieta de ovinos puede tener efectos en la respuesta productiva y en las características de la canal y la carne. En la presente investigación el uso de aceite de soya (3% MS) afectó la ganancia de peso, materia seca de la carne y el peso de la canal fría y caliente, y se encontró efecto de la interacción genotipo con nivel de aceite para esta última característica. Las pérdidas por oreo (drip loss) y el pH de la canal fueron afectadas por el genotipo. Bessa *et al.* (2007) suplementaron aceite de soya (10%) a corderos en crecimiento alimentados con alfalfa y concentrado y encontraron que la proporción de músculo en la canal fue menor, disminuyó el consumo de materia seca, pero no se afectó la calidad de la carne (fuerza de corte) ni la velocidad de crecimiento. En esta investigación se encontró que la raza Dorper mostró mayor contenido de materia seca en la canal que la raza Kathadin y mayor ganancia de peso que la raza Pelibuey, lo cual implica que la estructura de las fibras musculares y las tasas de crecimiento demandan diferentes niveles de energía y que el genotipo muestra efectos importantes en la respuesta productiva.

Las variables de la no canal (cabeza, patas, zalea, vísceras verdes y rojas) no fueron afectadas ($P > 0.05$) por los tratamientos.

El análisis de correlación mostró que el ancho mayor de tórax se correlacionó con área de la chuleta y con longitud de la canal; la longitud de la pierna se

correlacionó con longitud de la canal; longitud de la canal con pH_{24h}; grasa dorsal con drip loss; ganancia de peso con drip loss; y drip loss con pH_{24h}. Aunque las correlaciones en lo general fueron de medianas ($r=0.55$) a bajas ($r=0.050$) pero significativas ($P<0.05$), lo cual puede indicar que hay otros factores involucrados en el desarrollo de los distintos tejidos en el animal.

X. CONCLUSIONES GENERALES

Derivado de la presente investigación, se puede concluir que:

- a) El uso de lípidos polinsaturados (aceite de soya) en la dieta de corderos en engorda en corral puede ser utilizado como fuente de energía y modificar la respuesta productiva.
- b) La inclusión de aceite de soya puede tener efectos en las características de la canal y la carne.
- c) El genotipo puede afectar las características de la canal y la carne y puede interaccionar con el uso de aceite vegetal poliinsaturado en la dieta.
- d) No hubo efecto de los tratamientos sobre las partes de la no canal.
- e) Hubo correlación media a baja entre características de la canal.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMSA. 1995. Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. American Meat Science, Association & National Livestock and Meat Board. Chicago, USA.
- A.O.A.C. 1995. Oficial Methods of Análisis of the Association of Oficial Analytical Chemists, 16th And. A.O.A.C. Washington. DC.
- Artega, C. J. D. (2007). Asociación Mexicana de Criadores de Ovinos. UNO. razas_ovinas/catalogo_razas.
- Bianchi, G., Garibotto, G., Franco, J., Ballesteros, F., Fedd, O. and Betancurt, O. 2008. Calidad de carne ovina: impacto de decisiones tomadas a lo largo de la cadena. Facultad de Agronomía. UDELAR. Uruguay
- Carrasco, S.; Panea, B.; Ripoll, G.; Sanz, A. and Joy, M. 2009. Influence of feeding systems on cortisol levels, fat colour and instrumental meat quality in light lambs. Meat Sci, 83: 50-56.
- Censo Agropecuario (2007). El ganado ovino en México: Censo Agropecuario 2007. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. México.
- Codex Alimentarius Commission and Committee on Food Hygiene, 1991. Codex Alimentarius Commission, Committee on Food Hygiene.
- CONARGEN 2010. Consejo nacional de los recursos genéticos pecuarios. Guía técnica de programas de control de producción y mejoramiento genético en ovinos.
- De Lucas, T. J. y Arbiza, A. S. 2001a. Breve historia del desarrollo ovino (primera parte). Revista del Borrego. Numero 8.
- De Lucas, T. J. y Arbiza, A. S. 2001b. Breve historia del Desarrollo ovino (última parte). Revista del Borrego. Numero 9.
- Ensminger, M.E. y Parker, R.O. 1986. Sheep and goat science. The Interstate Print and Pub., Inc. USA. 631 p.

- FAO 2000. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2000. Departamento Económico y Social. ISBN 92-5-304479-9 Impreso en Italia
- FAO, 2007. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAOSTAT Ganadería.
- FAO 2013. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Hambre en América Latina y el Caribe: Acercándose a los objetivos del Milenio. ISBN 978-92-5-308048-9.
- FAO 2014. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Análisis de sistemas de producción animal - Tomo 1: Las bases conceptuales.
- Hedrick, H. B., Aberle, E. D., Forrest, J. C., Judge, M. D. y Merkel, R. A. 1994. Principles of Meat Science. 3rd. ed., Kendall Hunt Publishing Co., Dubuque, Iowa. 1, 3, 274, 289, 317.
- Honikel K.O. y Hamm, R. 1994. Measurement of water-holding capacity and juiciness. In Ed. Pearson A.M. y Dutson T.R. Quality Attributes and Their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products. Advances in Meat Research Series. 9: 125- 161.
- Huffman, K. L., Miller, M. F., Hoover, L. C., Wu, C. K., Brittin, H. C. y Ramsey, C. B. 1996. Effect of beef tenderness on consumer satisfaction with steaks consumed in the home and restaurant. Journal of Animal Science. 74:94, 96.
- Hui, Y. H., L. I. Guerrero, y R. M. Rosmini, 2006. Ciencia y Tecnología de la Carne. Ed. Limusa. 634 p
- INEGI. 2008. México y sus municipios. Mexico. ISBN 978-970-13-4999-1.
- Ku, Vera, J.C.(2008) IX Seminario internacional de producción de ovinos en el trópico y XL Reunión de la asociación mexicana para la producción animal y seguridad alimentaria, A.C. Villahermosa, México.

- Macfarlane, J.M. G. Simm (2007). The contribution of genetic improvement for lamb meat production. Paper presented at 3rd international symposium about goat and sheep meat type. Paraiba, Brazil.
- Montossi. F., S. Luzardo, R. San Julián, I. De Barbieri, G. Ciappesoni, G. Brito. 2007. Evaluación de distintas estrategias de alimentación sobre la performance y la calidad de la canal estimada a través de las mediciones in vivo por ultrasonografía en corderos pesados Corriedale del Uruguay.
- Montossi. F., M. Font-i-Furnols, M. del Campo, R. San Julián, G. Brito, C. Sañudo. Sustainable sheep production and consumer preference trends: Compatibilities, contradictions, and unresolved dilemmas. *Meat Science* 95 (2013) 772–789.
- Mueller, J. (2008) Programas de mejoramiento genético de pequeños rumiantes. III Seminario sobre mejoramiento genético ovino: Desafíos, oportunidades y perspectivas. June 23–25, Uruguay.
- NRC. 1985. *Nutrient Requirements of Sheep* (6th Revised Ed.). National Academy Press, Washington, D.C.
- NMX-FF-106-SCFI-2006 PRODUCTOS PECUARIOS - CARNE DE OVINO EN CANAL - CLASIFICACIÓN
- Partida, D. J. A., Braña, V. D., Jimenez, S. H., Rios, R.F.G., Buendía, R. G. Producción de Carne Ovina. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Ajuchitlán, Qro. Julio de 2013. ISBN: 978-607-37-0036-8
- Pearson, A.M. y Dutson, T. R. 1994. Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products, 1st edition. Blackie Academic & Professional, New York, p. 18-19,48-50, 79, 289-331,480, 486, 489.
- Pond, W.G., Church, D.C. y Pond, K.R. 2002. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 2ª. Edición. Edit. Limusa. 635 p.
- SAS. Institute, Inc. 2002. *SAS User's guide: Sstatistics, Statisical*. (Versión 9 Ed). Cary, north Carolina, U.S.A. p. 995.

- Serra, A., Mele, M., La Comba, A., Conte, G., Buccioni, A. y Secchiari, P. 2009. Conjugated Linoleic Acid (CLA) content of meat from three muscles of Massese suckling lambs slaughtered at different weights. *Meat Science*. 81:396-404.
- SIAP-SAGARPA, 2007. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Producción Agropecuaria y Pesquera -Agricultura- Producción Anual.
- SIAP-SAGARPA, 2014. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Ganadería-resumen-estatal-pecuario.
- SIAP. SAGARPA, 2015. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. El Atlas Agroalimentario 2015, Necesario para la toma de decisiones e impulso al campo.
- Soria, L. A. y Corva, P. M. 2004. Factores genéticos y ambientales que determinan la terneza de la carne bovina. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 12(2): 73-88.
- Suárez, D.H., Sagarnaga, V.M. (2000). Efecto de la globalización de mercados en la ovinocultura. Mem. V Curso Bases de la cría ovina. Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinocultura (AMTEO). Chapingo, México.
- UNO (2009). Union nacional de ovinocultores. Organismo de la unidad nacional de ovinocultores.
- Williamson, C. S., Foster, R. K., Stanner, S. A. y Buttriss, J. L. 2005. Red meat in the diet. *British Nutrition Foundation. Nutrition Bulletin.* 30:323-355.
- FEDNA, 1999. Normas para la formulación de piensos compuestos. Fundación Española para el desarrollo de la nutrición animal. Ediciones Peninsular, Madrid España. 496 p.

XII. ANEXOS

12.1 Capítulo de libro

Respuesta productiva y características de la canal de tres genotipos de ovinos de pelo alimentados bajo confinamiento con dos niveles de aceite de soya en la dieta

Fernando Martínez San Pedro¹, José Luis Bórquez Gastelum¹, Ignacio A. Domínguez Vara¹, Rolando Rojo Rubio², Ernesto Morales Almaraz¹ y Pedro Cruz Velazquez¹

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UAEMéx; ²Centro Universitario UAEMéx-Teamscaltepec

RESUMEN

El genotipo y tipo de alimentación pueden tener efectos importantes en la respuesta productiva y características de la canal en ovinos. Los ovinos de pelo son preferidos por muchos productores en México debido a su canal más magra, buena respuesta en corral y sabor de la carne. El objetivo de este estudio fue evaluar tres genotipos de pelo y adicionar aceite de soya (0 y 3% MS) en la dieta para evaluar su respuesta productiva y características de la canal. En la mayoría de las variables estudiadas, la inclusión de aceite no tuvo efecto significativo. La ganancia de peso fue mayor ($P < 0.05$) en Kathadin sin aceite que en Pelibuey con aceite (3% MS) en la dieta (180 vs 164 g/d); el peso de la canal caliente y fría fue mayor en Dorper sin aceite que con aceite en la dieta (19.9 vs 17.76 kg; 18.98 vs 17.06 kg); las pérdidas por oreo fueron mayores ($P < 0.05$) en Kathadin que en Dorper con aceite en la dieta (1.22 vs 0.70 kg). No hubo efecto ($P > 0.05$) de los tratamientos sobre las medidas zoométricas ni sobre el contenido de grasa de la canal de los corderos. Tampoco hubo efecto en el contenido de vísceras rojas y verdes y sobre las partes de la no canal (cabeza, patas, zalea, testículos). El pH en la canal de Kathadin 24 h post-sacrificio fue mayor ($P < 0.05$) que Dorper y Pelibuey sin aceite en la dieta (6.12 vs 5.80 vs 5.88), y que Dorper con aceite (3

%) en la dieta (6.12 vs 5.78). Se concluye que el genotipo y el uso de aceites en la dieta pueden modificar la respuesta productiva y características de la canal.

Palabras clave: genotipos, aceite, características de la canal, respuesta productiva

INTRODUCCIÓN

Para el año 2050, el sector agrícola tiene el reto de aumentar la producción agropecuaria en más del 60% para alimentar al mundo (FAO, 2012). En este escenario, el consumo de carne, como una fuente estratégica de proteína en la dieta humana, se espera que crezca sustancialmente. La demanda proyectada muestra que la posición de liderazgo será tomado por las aves de corral y las carnes de cerdo, seguido de carne de vacuno y ovino. Se espera un crecimiento en el sector ovino en producción y consumo de 22% en volumen y 4% en los precios en términos reales entre 2011 y 2021.

Mejorar la productividad animal y calidad de los productos pecuarios es una búsqueda continua. Los ovinos es una especie pecuaria muy importante como productores de leche, carne, lana y pieles. Por esta razón, el conocimiento de algunos aspectos de la producción y calidad de la carne de ovinos permitiría evaluar y reorientar nuestros sistemas de producción con la intención de mejorarlos (Serra *et al.*, 2009). El mercado actual para la carne ovina, ha incrementado la demanda de canales más magras y disminuido considerablemente el consumo de grasa; por esta razón, el conocimiento de algunos aspectos de la calidad de la carne y la canal permitiría contribuir en la salud de la población humana (Bianchi *et al.*, 2008).

OBJETIVO

Evaluar tres genotipos de ovinos de pelo suplementados con lípidos poliinsaturados de soya en la dieta, sobre la respuesta productiva en corral y características de la canal en el valle de Toluca, Estado de México.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Los sistemas de producción ovinos en México se caracterizan por el uso extensivo de los recursos forrajeros donde de acuerdo al agro ecosistema, se cuenta con un estrato basal herbáceo, uno arbustivo y otro arbóreo. El menos aprovechado es el arbóreo; sin embargo, en invierno eventualmente los animales aprovechan algunas hojas, ramas o frutos que caen de los árboles. No obstante, existe otro sistema de producción que se caracteriza por el uso del agostadero con la utilización de algún suplemento (hoja de maíz, henificados, pollinaza, mazorca molida, ensilado de maíz). El uso de suplemento mineral se restringe en la mayoría de los casos al uso de sal común (cloruro de sodio). El sistema de producción bajo confinamiento (feedlot), si bien no es muy común, se puede observar como una estrategia del productor ante la disponibilidad de granos de cereales, o porque se ve obligado a su uso ante la falta de forrajes por la ausencia de lluvias durante la sequía; también por la conveniencia de un terminado rápido de los animales ante un mercado que demanda corderos gordos con canales de mejor calidad y a buen precio.

Los productores de ovinos en el mundo se caracterizan generalmente por su producción en sistemas extensivos, haciendo uso principalmente de pastos, y a menudo se encuentran en zonas marginales donde producen carne, lana y leche. A medida que la población mundial aumenta, la producción de alimentos y fibras como la lana en tierras marginales serán cada vez más importantes. Por lo tanto, la industria ovina es probable que tenga una oportunidad ante este aumento de la demanda.

Desde 1990-2000, la producción mundial de ovinos y exportaciones en países como Nueva Zelanda, Australia y Uruguay, han registrado cambios estructurales tales como (a) reducción del número de ovejas, (b) conversión de las explotaciones de ovino hacia otros rubros económicos, (c) mayor especialización

en producción de lana y/o carne, (d) intensificación y aumento de la productividad, (e) sistemas de producción ovina concentrada en los suelos más marginales, (f) envejecimiento de los productores, (g) menos mano de obra disponible (y menos cualificada) para trabajar en la cría de ovejas (Montossi, 2013).

La ganadería ovina en México es muy dispersa y en general se realiza con el principal objetivo de servir de ahorro. El 80% de la población ovina se encuentra en unidades de producción cuyos dueños están muy limitados en recursos financieros y tecnológicos. La explotación ovina en México se canaliza casi en un 100% a la producción de carne, aunque se observan ya algunas unidades de producción de doble propósito; aun así, México sigue siendo un país deficitario en productos de origen ovino. Se importa aproximadamente el 30% de la carne de ovino que el país consume y proporciones aún mayores de lana limpia y productos derivados de leche de ovino.

En México la cría de ovinos ha formado parte de la cultura de los productores del campo. La industria ovina a lo largo de los años ha cambiado en función de la distribución de la tierra y de sus objetivos de producción. En el siglo pasado, México exportaba lana, carne y piel cuando las condiciones de posesión de la tierra permitieron practicar una ovinocultura extensiva, trashumante y con grandes rebaños de borregos productores de lana. Al paso de los años y con la redistribución de la tierra a mediados del siglo pasado, la población ovina se redujo considerablemente cambiando también el tamaño de los rebaños. Sin embargo, en la última década, la producción de ovinos tomó un nuevo impulso con la participación de las razas de pelo que se desarrollan en regiones sin tradición borreguera y con grandes rebaños (De Lucas y Salvador, 2010).

La OECD-FAO (2011) menciona que el periodo 2011-2020 se caracterizará por altos costos de alimentación. Esto liderará cambios tecnológicos hacia mejores y

eficientes sistemas de producción. La alimentación intensiva, traerá consigo un desarrollo más eficiente hacia la producción de carne.

TIPOS RACIALES Y RESPUESTA PRODUCTIVA

Las principales razas explotadas en México son: Rambouillet, Dorset, Hampshire, Suffolk, Katahdin, Pelibuey, Black Belly, Saint Croix y Dorper. Otras, con poblaciones menores son la Romanov, Texel, Charolais, East Friesian, Ile de France y Damara. A raíz del crecimiento de la industria ovina en México, los criadores nacionales trabajan intensamente en el mejoramiento genético de las distintas razas, lo que permite tener actualmente una excelente calidad genética. El potencial productivo de las razas desarrolladas, su condición sanitaria, la disponibilidad de razas para climas tropicales y subtropicales, además de una serie de factores harán factible la adaptabilidad a diversidad de climas con mayores índices productivos (Almanza, 2007).

Dorper

Raza cárnica, originaria de Sudáfrica introducida a México a mediados de los años 90's, con una amplia adaptabilidad a todos los climas desde el templado, frío hasta el seco y tropical. Destaca por su excelente conformación de los cuartos traseros produciendo excelentes resultados en programas de cruzamiento con las razas de pelo que se encuentran ampliamente difundidas en todas las regiones de México. Los criadores mexicanos se han esforzado por traer al país excelentes ejemplares campeones en Canadá y los Estados Unidos, logrando estar a la vanguardia en genética a nivel mundial. El peso de hembras adultas es de 80-95 kg y en machos de 120-130 kg.

Kathadin

Raza de creciente popularidad en México, que es explotada en todos los climas desde los fríos y templados hasta los tropicales. Raza originaria de los Estados Unidos, desarrollada en los años 50's buscando un ovino de pelo, especializado

en producción de carne magra de excelente calidad. Animales prolíficos, con excelente habilidad materna, buena producción de leche, con alta resistencia a los parásitos. Utilizada como raza materna en esquemas de cruzamiento para producir cordero en base a ganado ovino de pelo. Destaca su ganancia de peso postdestete en condiciones de engordas intensivas así como su precocidad y comportamiento en pastoreo. Su peso adulto en hembras es de 60-75 kg y en machos de 120-130 kg.

Pelibuey

Ovino de pelo originario de Cuba, representa el mayor inventario de ovinos en México; raza difundida en todos los climas y estados de la república, con un crecimiento constante de esta raza, existen tres variedades: canelo, blanco y pinto. Raza materna, base para cruzamientos y producción de corderos para sacrificio, animales rústicos, prolíficos de ciclo reproductivo abierto. En México se han seleccionado por ganancia de peso y características maternas, creando una raza ideal para producción intensiva de carne de ovino en los trópicos. El peso adulto en hembras es de 50-60 kg y en machos de 85-100 kg (AMCO,2007).

USO DE GRASAS EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES

La demanda de productos de origen animal en México es cada vez mayor en virtud del crecimiento de la población, lo que hace necesario incrementar la cantidad de alimentos para satisfacer las necesidades internas. Hees et al. (2008) reportaron que la suplementación de rumiantes con grasa se ha investigado como un medio para influir en una gran variedad de procesos fisiológicos o para alterar la composición de ácidos grasos de los productos alimenticios derivados de los animales. Varios experimentos de digestibilidad se han conducido con ganado bovino y ovino para elucidar los efectos de las grasas suplementarias sobre la utilización de otros componentes de la dieta. Los efectos asociativos negativos parecen no ser observados en rumiantes que consumen dietas a base de forrajes con suplementación de grasa menor al 2% del consumo de materia seca. La

inclusión de grasa hasta 3% de la materia seca se recomienda para obtener los mayores beneficios de la energía contenida dentro de la grasa y otros componentes de dietas altas en forrajes. Para rumiantes alimentados con dietas altas en concentrados, la suplementación de grasa en un 6% de la materia seca se espera que tenga impactos mínimos en la utilización de otros componentes de la dieta.

Una razón obvia para la suplementación de dietas de rumiantes con grasa es para incrementar la densidad energética de la dieta del animal. Los ácidos grasos rinden más energía que otros nutrientes orgánicos cuando se metabolizan por el animal. Los valores de energía reportados por el NRC (2007) son al menos dos veces mayores para las grasas que para los cereales. Efectos impuestos por altas cantidades de grasa dietaria, sin embargo, limitan su incorporación en la dieta a no más del 20% de la energía metabolizable dietaria.

Los enlaces éster de los ácidos grasos con glicerol de la dieta experimentan una hidrólisis rápida y extensa por las enzimas lipolíticas microbianas en el rumen para formar glicerol y ácidos grasos libres. El glicerol puede entonces ser metabolizado por los microorganismos ruminales para producir ácidos grasos volátiles (AGV). Los ácidos grasos liberados a partir de la lipólisis pueden ejercer efectos antimicrobianos en el rumen, lo cual resulta en un cambio en las proporciones molares de AGV. Los ácidos grasos insaturados tienen un efecto antimicrobiano más potente y promueven una mayor inhibición de la fermentación ruminal. El aceite de soya agregado a suplementos a base de maíz en dietas basadas en heno de pasto bromo generalmente disminuyó la proporción acetato:propionato lo cual se ha acompañado con una reducción de la digestión de la materia orgánica, principalmente de la fracción fibrosa; esto ha sido observado cuando el aceite de soya se agregó en más del 6% de la materia seca a dietas basadas en forrajes. Un incremento en las proporciones molares tanto de ácido propiónico como

butírico ocurrió durante la fermentación ruminal de glicerol. Macleod y Buchanan (1972) encontraron que la adición de aceite de soya, ácidos grasos saturados y sebo hidrogenado en dietas de corderos tendió a disminuir la digestibilidad de la fibra cruda y FDA. La disminución fue significativa ($P < 0.05$) solo en los casos del aceite de soya y ácidos grasos saturados sobre la digestibilidad de la fibra cruda.

Falta información sobre las interacciones de los componentes de la dieta en rumiantes suplementados con grasas dentro de un amplio espectro de relaciones forraje a concentrado. Dietas que variaban desde 18.4 a 72.9 % de forraje fueron suplementadas con aceite de soya para mantener un 6.4% de grasa cruda de la materia seca de la dieta, lo cual vario los patrones de ácidos grasos volátiles (AGVs) a medida que la relación forraje concentrado cambió, así mismo, la biohidrogenación de ácidos grasos C:18 aumentó a medida que el nivel de forraje se incrementó.

El contenido de grasas en la dieta de los rumiantes es relativamente bajo, variando de 2 a 4% en alimentos concentrados a un 5 a 7% en forrajes. Las grasas son, sin embargo usadas ampliamente como ingrediente en la preparación de alimentos concentrados. Una gran proporción de estas grasas dietarias, tanto las que ocurren naturalmente dentro de los alimentos como aquellas agregadas son triglicéridos pero también hay proporciones variables de lípidos glucosídicos. Debido a que el contenido de energía de la grasas es más del doble que otros ingredientes y que son usualmente altamente digeribles, su contribución al metabolismo de la energía del animal es mayor que la proporción de grasa en la dieta que pudiera sugerir. Sin embargo, es difícil asignar un valor de energía a las grasas debido a que hay a menudo una interacción entre la grasa agregada y otros componentes de la dieta. Diferentes grasas se sabe que tienen diferentes efectos en el consumo voluntario de alimento y esto depende de otros componentes de la mezcla de alimentos. Por ejemplo, cuando diferentes mezclas

de sebo de res y cebada que se dieron a vacas lecheras, el consumo de alimento estuvo difícilmente afectado hasta que se dieron más de 750 g por día de sebo de res, pero cuando una mezcla de aceite de soya y harina de soya se dio a vacas similares, el consumo de alimento se redujo marcadamente.

Los efectos del aceite de linaza sobre la fermentación ruminal son mejor ilustrados por los resultados de experimentos por la técnica de simulación ruminal (Rusitec) donde es posible ejercer control sobre ingresos, egresos y condiciones dentro de los envases de reacción. Se ha encontrado que el aceite de linaza deprime la digestión de la materia seca y la extensión de esta depresión aumenta con el incremento de este aceite, y fue de 10% para una incorporación de 1 g de lípido por día, por ejemplo 7% de la ración (vol/vol) o cerca de 16% de la ración sobre una base energética. La suplementación con menores cantidades in vivo probablemente podría dar cambios en la digestión que son imposibles de detectar, y por su puesto estos estarían confundidos por efectos compensatorios de fermentación secundaria en el tracto posterior. En concordancia con muchos otros resultados reportados, el aceite de linaza deprimió la producción de acético y butírico e incrementó la producción de ácido propiónico. También hay una disminución en la producción de metano (52%) y como en otros experimentos in vitro así como in vivo con aditivos de grasa, no hubo una acumulación de hidrogeno gaseoso. La gran disminución en la producción de butírico fue consistente con una disminución del número de protozoarios lo cual es compensado por un aumento en la producción de materia bacteriana dando un aumento global en la producción microbiana de alrededor del 11% por gramo de aceite de linaza lo cual se debe a un aumento de síntesis microbiana de 8.7 a 11 g por mol.

Entre un 5 y 15% de la materia seca microbiana consiste de lípidos, y tomando en cuenta que la masa microbiana es alrededor de 230 g por kg de materia orgánica

digerida, los lípidos microbianos pueden constituir una contribución significativa al animal huésped. Estos lípidos microbianos son principalmente estructurales y por lo tanto complejos y no se sabe con certeza que proporción puedan ser digeridos, absorbidos y utilizados por el animal. No hay mucha información sobre los mecanismos de síntesis de lípidos microbianos. Es posible que algunas unidades preformadas sean usadas por los microorganismos directamente pero esto requeriría un abastecimiento disponible de ácidos grasos en solución y la habilidad de los ácidos grasos para entrar a la célula microbiana. Se ha demostrado por varios investigadores que los microorganismos del rumen incorporan acetato en sus lípidos, esto es, ellos pueden sintetizar lípidos *de novo* (Wiseman, 1984).

Arenas *et al.* (2010) estudiaron el efecto de diferentes tipos de grasas (saturadas, insaturadas, protegidas y no protegidas) en rumiantes y encontraron que las grasas insaturadas protegidas no afectaron la degradación de la materia seca pero las no protegidas si afectaron negativamente esta degradación y que no se evidenció un efecto claro de la protección de grasas saturadas sobre la cinética de fermentación.

Radunz *et al.* (2009) analizaron el efecto de ácidos grasos poliinsaturados (aceite de soya y aceite de linaza) relación 2:1, para proveer 3% de grasa adicional en corderos post-destete de dos genotipos (Hampshire x Dorset) y no encontraron efecto en la ganancia de peso de los corderos (0.370 vs 0.351 kg/día) sin y con aceite en la dieta. Tampoco encontraron efecto en el consumo de materia seca (1.62 vs 1.67 kg/día) ni en la conversión alimenticia (4.37 vs 4.76).

Kim *et al.* (2007) evaluaron el uso de aceites de linaza, soya y algodón en corderos en crecimiento cruzas de Kathadin x Dorper y encontraron que no hubo efecto sobre la ganancia diaria de peso (0.27 vs 0.27 vs 26 kg/día), consumo de

materia seca (0.90 vs 0.84 vs 0.92 kg /día) y conversión alimenticia (3.33 vs 3.23 vs 3.41).

Kucuk *et al.* (2004) probaron la suplementación del aceite de soya (0, 3.2, 6.3 y 9.4% MS) de una dieta alta en concentrados en corderos y no encontraron efecto sobre nitrógeno amoniacal, tasa de pasaje del alimento y pH ruminal, pero los ácidos grasos volátiles (AGV) disminuyeron con los niveles crecientes de aceite. Lo anterior, se puede deber al efecto negativo que altos niveles de aceite ejerce sobre la digestibilidad de la fibra.

Rendimiento y características de la canal

La ganancia de peso, rendimiento y características de la canal pueden estar afectados por factores del animal (genotipo) y factores del ambiente (alimentación, manejo, sanidad, instalaciones). En el Cuadro 1 se observa la ganancia de peso y características de la canal de genotipos de pelo alimentados con dietas sin y con aceite de soya (3% MS). En esta investigación se encontró que Kathadin alimentado con una dieta basal sin aceite, mostró mayor ($P<0.05$) ganancia de peso que Pelibuey (181 vs 141 g/d) cuando se incluyó 3 % de aceite de soya en la dieta. Lo anterior coincide con Cameron y Hogue (1968), aunque ellos utilizaron un mayor nivel de aceite en la dieta (15 %). Ambos resultados se pueden explicar desde el punto de vista de diferencias genéticas y también desde el punto de vista de la fisiología digestiva, ya que hay evidencias (Church *et al.*, 2002) que indican que altos niveles de lípidos (sobre todo poliinsaturados en la dieta de rumiantes), se deprime la digestibilidad de la fibra, y esto afecta el consumo voluntario, y por tanto la ganancia de peso de los animales. El peso de la canal caliente y fría fue mayor ($P<0.05$) en Dorper sin aceite que con aceite en la dieta (19.9 vs 17.76 y 18.98 vs 17.06 kg). Lo anterior, no corresponde con las ganancias de peso ya que no se observaron diferencias en esta variable para esta raza.

Manso *et al.* (2006) usaron aceite de palma (2.5 y 4.1 %) en la dieta de corderos en crecimiento versus grasa protegida mediante saponificación (3.1 y 5 %). La inclusión de grasa disminuyó la digestibilidad de la FDA (77.0 vs 64.5 %); la digestibilidad de la FDN y MO fue menor con los niveles altos de grasa (50.3 vs 43.5 %; 84.4 vs 81.9 %), pero estos efectos no fueron evidentes cuando se usó grasa protegida.

Cuadro 1. Ganancia de peso, rendimiento y características de la canal de tres genotipos de ovinos de pelo, alimentados con dietas sin aceite y con aceite de soya.

Variable	Dieta sin aceite			Dieta con 3 % aceite			EEM	Probabilidad		
	T1 Katha	T3 Dorp	T5 Peli	T2 Katha	T4 Dorp	T6 Peli		A	B	A*B
Peso inicial, kg	19.04	23.56	21.66	20.36	22.90	23.00	1.93	—	—	—
Peso final, kg	37.10	39.16	37.90	36.74	37.28	37.08	0.88	0.57	0.061	0.960
Ganancia de peso, kg/d	0.181 ^a	0.158 ^{ab}	0.162 ^{ab}	0.164 ^{ab}	0.144 ^{ab}	0.141 ^b	0.01	0.538	0.046	0.919
Peso al sacrificio, kg	36.66	38.90	37.46	36.40	36.86	36.84	1.42	0.319	0.185	0.567
Merma, kg	0.44	0.26	0.44	0.42	0.42	0.24	0.10	0.988	0.665	0.263
Peso canal caliente, kg	18.46 ^{ab}	19.90 ^a	18.94 ^{ab}	18.78 ^{ab}	17.76 ^b	18.2 ^{ab}	0.66	0.812	0.022	0.028
Peso canal fría, kg	17.40 ^{ab}	18.98 ^a	18.10 ^{ab}	17.56 ^{ab}	17.06 ^b	17.4 ^{ab}	0.67	0.432	0.005	0.189
Perdidas por oreo 24 h, kg	1.06 ^{ab}	0.92 ^{ab}	0.85 ^{ab}	1.22 ^a	0.70 ^b	0.82 ^{ab}	0.09	0.018	0.817	0.091
Rendimiento Comercial, %	49.65	48.83	49.41	48.37	51.49	50.51	1.16	0.580	0.390	0.252
Rendimiento verdadero, %	52.54	51.21	51.69	51.37	53.48	52.75	1.10	0.982	0.358	0.385

A=Genotipo; B=Nivel de aceite; A*B= Interacción; EEM=Error estándar de la media.

La ganancia de peso no se afectó por los tratamientos, tampoco hubo diferencias en rendimiento en canal y componentes de la no canal. Se concluyó que la adición de aceite de palma protegido por saponificación evitó los efectos negativos en la digestibilidad a un nivel de 4.1 % de la dieta.

No se encontró efecto ($P>0.05$) en peso final, peso al sacrificio, merma, rendimiento comercial y verdadero. El genotipo Kathadin mostró mayor ($P<0.05$) ganancia de peso sin aceite que Pelibuey con aceite en la dieta (0.181 vs 0.144 kg/d), lo cual puede estar relacionado con el mayor potencial productivo de Kathadin y el posible efecto negativo del aceite en la digestibilidad de la materia seca de la dieta.

Ilian *et al.* (1988) estudiaron el efecto de 5 y 10 % de grasa animal y un control sin grasa en la dieta de ovinos en clima caliente (38.1 °C y 22.5 % humedad relativa) y frío (26.4 °C y 32.8 % humedad relativa) sobre la ganancia de peso y características de la canal. Encontraron que ovinos suplementados con grasa mejoraron la ganancia de peso sobre todo en clima caliente (Control 141.2 vs 134.9; 5 % grasa 158.4 vs 177.1; 10 % grasa 183.3 vs 177.1 g/d). La proteína, grasa y ceniza de la canal no se afectaron por la inclusión de grasa en la dieta. Lough *et al.* (1993) evaluaron el uso de aceite de palma de coco (10.7 %) contra un testigo sin aceite en corderos y encontraron que los que recibieron aceite en la dieta tuvieron mayor ganancia de peso (79 vs 118 g/d) debido a mayor energía recibida o a mejor utilización de la energía metabolizable.

El genotipo Kathadin mostró mayor ($P<0.05$) pérdida por oreo que la raza Dorper (1.22 vs 0.070 kg) en dietas con 3 % aceite vegetal de soya. Boles *et al.* (2005) analizaron el efecto de la suplementación de aceite de cártamo (0, 3 y 6 % de la dieta) en corderos Targhee x Rambouillet bajo confinamiento y no encontraron

diferencias en la respuesta productiva, características de la canal y color de la carne.

Estos resultados son similares a nuestra investigación ya que no se encontraron diferencias ($P>0.05$) en la mayoría de las variables estudiadas, aunque puede haber efectos diferenciales por el tipo de razas estudiadas.

Hubo mayor ($P<0.05$) peso de la canal caliente (19.90 vs 17.76 kg) y fría (18.98 vs 17.06 kg) en la raza Dorper alimentados con dieta basal sin aceite que cuando se agregó a esta 3% de aceite de soya. Para peso de la canal caliente la interacción genotipo*nivel de aceite fue significativa ($P=0.0282$). Radunz *et al.* (2009) reportaron que al utilizar 3% de grasa adicional en la dieta de corderos no hubo efecto en peso de la canal caliente post-destete sin y con aceite (31.9 vs 31.7 kg), grasa dorsal (8.2 vs 8.8 mm) y área del *Longissimus dorsi* (17.11 vs 17.11 cm²). Las diferencias se pueden deber al genotipo utilizado por estos investigadores (Hampshire x Dorset). Wynn *et al.* (2006) estudiaron el efecto de grasas protegidas (Megalac) con niveles bajos, medios y altos en la dieta (21.7, 43.3 y 86.6 g/kg MS) sobre la respuesta productiva y características de la canal en corderos Mule X Charolais y encontraron que no hubo efecto en el crecimiento (204, 175 y 178 g/día), peso de la canal caliente (20.6, 19.7 y 19.9 kg) y grasa dorsal (3.6, 3.6 y 4 mm).

Medidas zoométricas y contenido grasa de la canal

El Cuadro 2 muestra las medidas zoométricas de canales de genotipos de ovinos de pelo alimentados con dieta con aceite (3% MS) o sin aceite de soya. No se encontraron efectos ($P>0.05$) del genotipo, nivel de aceite ni de su interacción sobre longitud de la canal, longitud de la perna, ancho de grupa, ancho mayor y menor de tórax, área del ojo de la chuleta y grasa dorsal.

Silva *et al.* (2005) analizaron las características de la canal mediante ultrasonido de 31 corderos hembras de dos genotipos a los cuales se ofrecieron dos dietas con grasa protegida (Megalac 17.5 y 29 g/kg de la materia seca) y encontraron que la grasa subcutánea en la 13ª vertebra torácica fue de 3.24 mm y que la profundidad del musculo fue de 24.1 mm.

En México el tema de las vísceras reviste gran importancia por su consumo y por ser una fuente de proteína animal más económica. En el caso de los ovinos, cobra gran relevancia por la inclusión de vísceras rojas en el platillo típico llamado “pancita” que se comercializa en forma paralela a la barbacoa.

Cuadro 2. Medidas zoométricas y contenido de grasa de la canal de tres genotipos de ovinos de pelo, alimentados con dietas sin aceite y con aceite de soya.

Variable	Dieta sin aceite			Dieta con 3 % aceite			EEM	Probabilidad		
	T1 Katha	T3 Dorp	T5 Peli	T2 Katha	T4 Dorp	T6 Peli		A	B	A*B
Longitud de canal, cm	73.80	76.16	74.70	72.98	75.68	74.42	1.57	0.933	0.103	0.636
Longitud de pierna, cm	31	30.50	29.92	30.28	30.24	31.84	1.02	0.888	0.721	0.420
Ancho de grupa, cm	20.14	21.26	21.32	21.14	19.58	25.76	1.80	0.180	0.397	0.257
Ancho mayor de torax, cm	71.90	74.24	73.82	72.66	73.20	72.82	0.96	0.996	0.182	0.366
Ancho menor de torax, cm	70.72	72.76	71.76	71.80	70.90	71.30	0.89	0.653	0.258	0.229
Área de chuleta (<i>Longissimus dorsi</i>) cm ²	7.16	7.80	8.0	7.80	9.03	8.58	0.57	0.236	0.096	0.828
Grasa dorsal 12ª costilla, mm	3.0	3.0	3.4	2.2	3.6	3.0	0.40	0.410	0.482	0.175
Grasa perirrenal 1-4	2.20	2.60	2.40	2.40	2.60	2.80	0.29	0.544	0.420	0.799

A=Genotipo; B=Nivel de aceite; A*B= Interacción. Grasa Perirrenal 1=Riñones descubiertos, 2=Riñones con gran ventana, 3=Riñones con pequeña ventana, 4=Riñones totalmente descubiertos. EEM=Error estándar de la media.

En el Cuadro 3 se puede ver que no hubo efecto ($P>0.05$) de los tratamientos y la interacción genotipo*nivel de aceite sobre las características de la no canal (peso de la cabeza, patas, zalea, testículos, intestino delgado, intestino grueso, rumen y vísceras rojas).

Cuadro 3. Cantidad de vísceras rojas, vísceras verdes, testículos, cabeza, zalea y patas de tres genotipos de ovinos de pelo en corral de engorda, suplementados sin y con aceite de soya en la dieta.

Variable	Dieta sin aceite			Dieta con 3% aceite			EEM	Probabilidad		
	T1	T3	T5	T2	T4	T6		A	B	A*B
	Katha	Dorp	Peli	Katha	Dorp	Peli				
Cabeza, kg	1.798	1.886	1.856	1.826	1.854	2.010	86.76	0.392	0.487	0.558
Patatas, kg	0.993	0.961	0.961	0.952	0.865	0.926	37.46	0.301	0.073	0.673
Zalea, kg	3.310	3.172	3.299	2.926	2.920	3.233	156.3 6	0.372	0.079	0.600
Testículos, kg	0.568	0.670	0.635	0.578	0.624	0.657	45.04	0.191	0.900	0.726
Intestino delgado sucio, kg	1.054	1.118	0.990	1.029	1.083	0.950	77.56	0.261	0.603	0.995
Intestino delgado limpio, kg	0.706	0.743	0.672	0.720	0.721	0.704	45.15	0.626	0.830	0.832
Intestino grueso sucio, kg	1.563	1.678	1.561	1.508	1.741	1.535	89.60	0.117	0.935	0.792
Intestino grueso limpio, kg	1.230	1.321	1.211	1.115	1.293	1.175	56.05	0.052	0.205	0.696
Rumen sucio, kg	4.775	6.036	4.914	5.231	5.599	5.088	371.4 5	0.058	0.833	0.481
Rumen limpio, kg	1.228	1.313	1.228	1.188	1.258	1.164	60.43	0.293	0.293	0.980
Vísceras rojas, kg	1.674	1.647	1.579	1.755	1.271	1.672	145.7 7	0.194	0.792	0.190

A=Genotipo; B=Nivel de aceite; A*B= Interacción; EEM=Error Estándar de la media.

Evaluación instrumental y características de la carne

En el Cuadro 4 se puede ver que la raza Dorper mostró mayor contenido de materia seca ($P=0.0691$) en la carne que la raza Kathadin (37.68 vs 32.21 %).

Dorper y Pelibuey registraron menor pH 24 h posmatanza ($P < 0.01$) que la raza Kathadin con dieta sin aceite, pero al adicionar aceite, la raza Dorper tuvo menor pH en la carne que Kathadin sin aceite.

No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) en proteína cruda, cenizas, pH 0 h, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), fuerza de corte, color L^* , color a^* , color b^* , croma y hue por efecto del genotipo ni por el uso de aceite poliinsaturado; tampoco se encontró efecto ($P > 0.05$) de la interacción genotipo*nivel de aceite en la dieta.

Radunz *et al.* (2009) reportaron que hubo efecto ($P < 0.001$) de la suplementación de aceite en la luminosidad de la carne L^* siendo más clara con el uso de ácidos grasos poli-insaturados; sin embargo, no encontraron diferencia en los valores de a^* (rojizo) y b^* (amarillento). Tampoco hubo efecto del uso de aceites poli-insaturados sobre la fuerza de corte de la carne de corderos (2.70 vs 2.65 kg).

Bessa *et al.* (2007) evaluaron el efecto de la suplementación de lípidos (aceite de soya) sobre el comportamiento en el crecimiento, calidad de la canal y la carne y composición de ácidos grasos de lípidos intramusculares de corderos alimentados con alfalfa o concentrado; los corderos eran machos enteros de Merino blanco, y los tratamientos fueron 4 dietas (Alfalfa molida y peletizada, alfalfa molida y peletizada +10% de soya, concentrado y concentrado + 10% de soya). El aceite disminuyó la proporción de musculo en la canal pero este tuvo efectos menores sobre características de calidad de la carne. Por otro lado, la inclusión de lípidos disminuyó el consumo de materia seca cuando se mezcló con alfalfa; sin embargo, la ganancia de peso no se vio afectada por el uso de aceite en los tratamientos. Las características de luminosidad de la carne no se afectaron por el uso de lípidos en la dieta, pero las tonalidades amarillas (b^*) mostraron diferencias solo cuando el aceite se mezcló con la alfalfa. La fuerza de corte no se vio afectada por la inclusión de aceite de soya en la dieta.

Cuadro 4. Composición química y análisis instrumental de carne y la canal de tres genotipos de ovinos de pelo, alimentados con dietas sin aceite y con aceite.

Variable	Dieta sin aceite			Dieta con 3% aceite			EEM	Probabilidad		
	T1 Katha	T3 Dorp	T5 Peli	T2 Katha	T4 Dorp	T6 Peli		A	B	A*B
Materia seca, %	33.21 ^a	34.24 ^{ab}	34.81 ^{ab}	34.09 ^{ab}	37.68 ^b	35.07 ^{ab}	0.947	0.069	0.060	0.226
Proteína cruda	19.76	20.62	21.22	21.18	21.97	21.35	0.758	0.473	0.129	0.636
Cenizas	6.56	7.63	6.44	7.09	6.99	6.12	0.432	0.077	0.683	0.389
pH 0 horas	6.62	6.72	6.63	6.48	6.52	6.74	0.110	0.430	0.534	0.405
pH 24 horas	6.12 ^a	5.80 ^b	5.88 ^b	6.10 ^{ab}	5.78 ^b	5.98 ^{ab}	0.450	0.002	0.783	0.670
Temperatura °C a las 0 horas	23.82	24.78	24.20	25.08	22.66	24.02	1.360	0.750	0.602	0.841
Temperatura °C a las 24 horas	13.68	15.10	15.76	15.40	15.70	14.82	1.170	0.614	0.504	0.485
Fuerza de corte, kg	4.70	4.96	4.71	5.02	4.20	5.81	0.700	0.630	0.709	0.427
Color L*	34.49	37.15	38.63	37.67	38.72	38.52	1.260	0.142	0.146	0.439
Color a*	14.73	15.16	17.14	16.37	16.29	16.47	0.700	0.187	0.251	0.253
Color b*	6.20	6.82	8.63	7.97	9.80	7.40	1.040	0.406	0.394	0.114
Croma	16.05	16.71	19.22	18.23	18.09	18.10	0.880	0.207	0.272	0.175
Hue	22.43	23.87	26.30	25.85	26.48	23.99	1.640	0.800	0.481	0.189

A=Genotipo; B=Nivel de aceite; A*B= Interacción; pH₀=pH 0 horas postmortem; pH₂₄=pH 24 horas postmortem; T₀=temperatura 0 horas postmortem en grados Celsius; T₂₄=temperatura 24 horas postmortem en grados Celsius; L= indica luminosidad; a*= indica tonalidades rojizas; b*= indica; Croma=Saturación; Hue=Tono o matiz; tonalidades amarillas. EEM=Error estándar de la media.
^{ab} Medias con literales diferentes en la misma fila, difieren estadísticamente ($P<0.05$).

Correlaciones fenotípicas de algunas características de la canal

En el Cuadro 5 se muestran los coeficientes de correlación y significancia de características de la canal de los corderos.

Se puede observar que en general que los niveles de correlación fueron de medianos a bajos al contrastar las características de la canal. El ancho mayor de tórax se correlacionó positivamente con área de la chuleta y longitud de la canal ($r=0.0514$, $r=0.5512$; $P=0.0037$, $P=0.0016$), pero negativamente con ganancia de peso ($r=-0.4050$; $P=0.0264$), aunque esto último no tiene lógica; esto mismo se aplica a la correlación negativa del área de la chuleta con ganancia de peso ($r=-0.4137$; $P=0.0231$). Otras correlaciones significativas se presentaron entre longitud de la pierna y longitud de la canal ($r=0.4162$; $P=0.0222$), longitud de la canal y pH 24 h ($r=-0.3618$; $P=0.0495$), grasa dorsal y driploss ($r=-0.4760$; $P=0.0078$), ganancia de peso y driploss ($r=0.4701$; $P=0.0088$), y driploss con pH 24 h ($r=0.5535$; $P=0.0015$).

Conclusiones

Con base en los resultados, se concluye lo siguiente:

- a) La raza Kathadin alimentada con dieta sin aceite mostró mayor ganancia de peso que Pelibuey con dieta con aceite.
- b) La inclusión de aceite en la dieta solo tuvo efecto en el peso de la canal caliente y fría, y se registró efecto de la interacción de genotipo y aceite en la dieta en la variable peso canal caliente.
- c) El genotipo afectó las pérdidas por oreo de la canal.
- d) No hubo efecto de los tratamientos sobre las medidas zoométricas y grasa de la canal.
- e) No hubo efecto de los tratamientos sobre las partes de la no canal.
- f) El genotipo tuvo efecto sobre el pH de la canal a las 24 h post-sacrificio.
- g) Se registraron correlaciones positivas y negativas en características de la canal, pero estas fueron de medianas a bajas.

Cuadro 5. Coeficientes de correlación y significancia de características de la canal de tres genotipos de corderos alimentados con dos niveles de aceite de soya en la dieta bajo confinamiento.

Variable	Ancho mayor el tórax	Área de la chuleta	Longitud de la pierna	Longitud de la canal	Grasa dorsal	Grasa perirrenal	Ganancia de peso	Driploss	pH24
Ancho mayor de tórax	-----	0.0514 (0.0037)	0.0684 (0.7195)	0.5512 (0.0016)	0.2172 (0.2490)	0.0775 (0.6841)	-0.4050 (0.0264)	-0.2897 (0.1204)	-0.2390 (0.2034)
Área de la chuleta		-----	0.2978 (0.1099)	0.1689 (0.3721)	0.2925 (0.1168)	0.2357 (0.2099)	-0.4137 (0.0231)	-0.3145 (0.0905)	-0.2454 (0.1912)
Longitud de la pierna			-----	0.4162 (0.0222)	-0.2405 (0.2004)	0.2210 (0.2384)	0.2224 (0.2375)	0.0568 (0.7656)	-0.0907 (0.6335)
Longitud de la canal				-----	0.0147 (0.9384)	0.2589 (0.1672)	-0.1225 (0.5189)	-0.3325 (0.0726)	-0.3618 (0.0495)
Grasa dorsal					-----	-0.2065 (0.2735)	-0.1268 (0.5041)	-0.4760 (0.0078)	-0.3199 (0.0848)
Grasa perirrenal						-----	-0.3169 (0.0879)	-0.2792 (0.1351)	-0.1137 (0.5498)
Ganancia de peso							-----	0.4701 (0.0088)	0.2539 (0.1757)
Driploss								-----	0.5535 (0.0015)
pH24									-----

La significancia es la cifra de arriba y abajo entre paréntesis aparece la significancia de la correlación.

LITERATURA CITADA

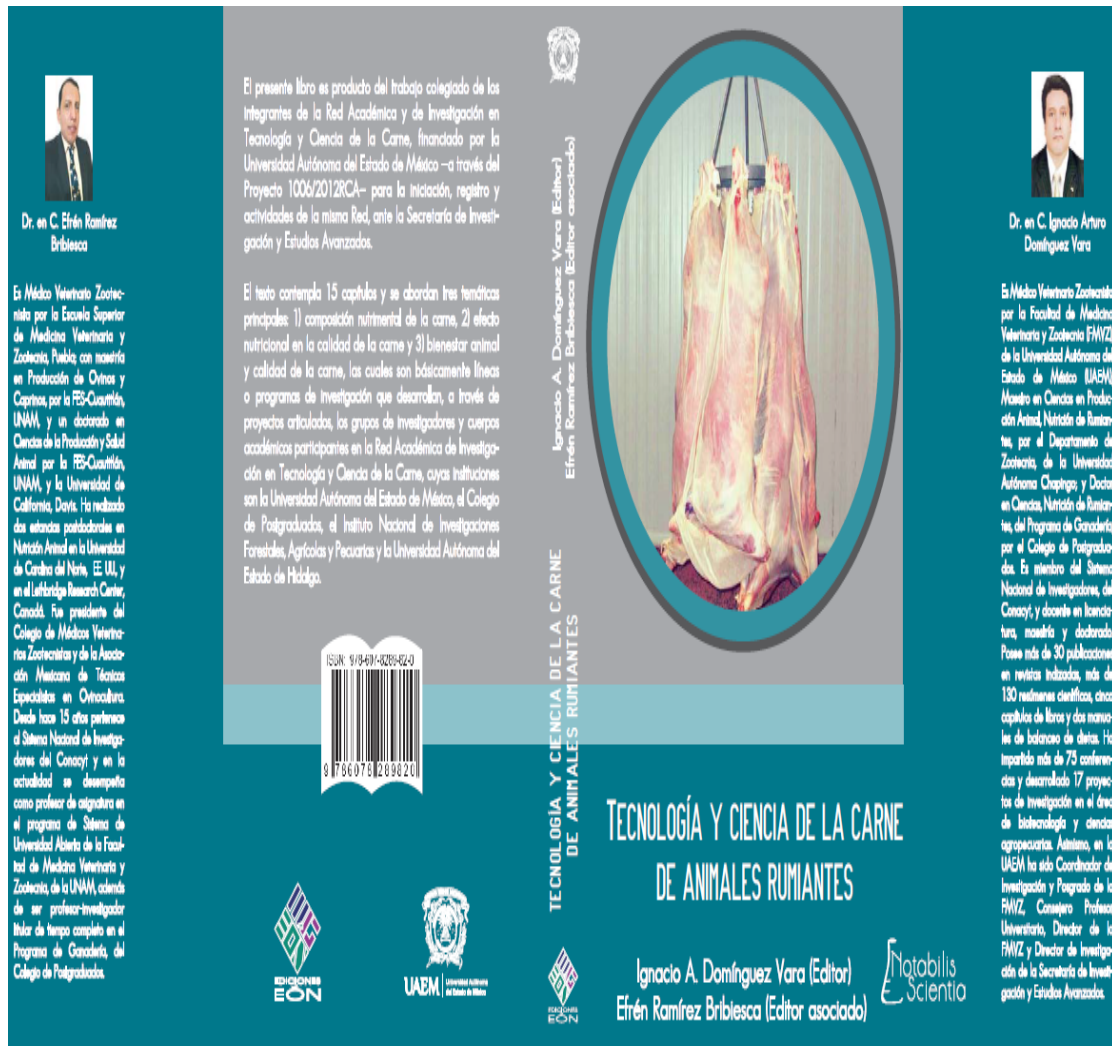
- Almanza, V.A. 2007. Razas ovinas de uso comercial en México. Revista El Borrego. No. 46.
- AMCO (2007). Asociación Mexicana de Criadores de Ovinos.
- Arenas, F.A., Noguera, R. y Restrepo, L.F. 2010. Efecto de diferentes tipos de grasa en dietas para rumiantes sobre la cinética de degradación y fermentación de la materia seca in vitro. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Vol 23 (1): 55-64.
- Bessa, R.J.B., Alves, S.P., Jerónimo, E., Alfaia, C.P.M., Prates, J.A.M., & Santos-Silva, J. (2007). Effect of the type of lipid supplement on fatty acid composition of lamb meat. European Journal of Lipid Science and Technology. 109(8): 868-878.
- Bianchi, G., Garibotto, G., Betancourt, O., Forichi, S., Ballesteros, F., Nan, F., Franco, O. 2008. Confinamiento de corderos de diferente genotipo y peso vivo: efecto sobre características de la canal y de la carne. Agrociencia. Vol. 2: 15-22.
- Boles, J.A., Kott, R.W., Hatfield, P.G., Bergman J.W. and Flynn, C.R. 2005. Supplemental safflower oil affects the fatty acid profile, including conjugated linoleic acid, of lamb. J. Anim. Sci. vol. 83 (9):2175-2181.
- Cameron, C.W. and Hogue, D. E. 1968. Effect of Varying Dietary Corn Oil and Hay-Grain Ratio on Lamb Growth and Fat Characteristics. J. Anim. Sci. 27:553-556.
- Curch, D.C., Pond, W.G. and Pond, K. R. 2002. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 2ª. Edición. Edit. Limusa. 200 p.
- Czerkawski, J.W. and Clapperton, J.L. 1984. Fats as energy-yielding compounds in the ruminant diet. In: Wiseman, J. Fats in animal nutrition. pp: 249-263. University of Nottingham School of Agriculture. BUTTERWORTHS, UK.
- De Lucas, T.J. y Salvador, F. O. 2010. Primera encuesta UNAM-SAGARPA sobre costos, eficiencia y competitividad de empresas pecuarias 2010. Analisis de los resultados de la encuesta. UNAM-SAGARPA. Mexico. 21 p.
- FAO, 2012. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAOSTAT Ganadería.
- Hess, B.W., Moss, G.E. and Rule, D. C. 2008. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. J. Anim. Sci. vol. 86 (14):suppl. E188-E204.

- Kim, S.C., Adesogan, A.T., Badinga L. and Staples, C.R. 2007. Effects of dietary n-6:n-3 fatty acid ratio on feed intake, digestibility, and fatty acid profiles of the ruminal contents, liver, and muscle of growing lambs. *J. Anim. Sci.* vol. 85 (3):706-716.
- Kucuk , O., Hess B. W. and Rule, D. C. 2004. Soybean oil supplementation of a high-concentrate diet does not affect site and extent of organic matter, starch, neutral detergent fiber, or nitrogen digestion, but influences both ruminal metabolism and intestinal flow of fatty acids in limit-fed lambs. *J. Anim.Sci.* vol. 82 (10):2985-2994.
- Ilian, M.A., Razzaque, M.A., Al-Awadi, A. and Salman, A.J.1988. Use of fat in diets of sheep in hot environments. I. Effects on performance, carcass characteristics and lipid composition of plasma. *Animal Feed Science and Technology.* Volume 19, Issue 4: 327–341.
- Lough, D.S., Solomon, M.B., Rumseyt, T.S., KahP, S. and Slyters, L.L. 1993. Effects of High-Forage Diets with Added Palm Oil on Performance, Plasma Lipids, and Carcass Characteristics of Ram and Ewe Lambs. *J. Anim. Sci.* vol. 71 (5):1171-1176.
- Macleod, G. K. and J. G. Buchanan-Smith. 1972. Digestibility of Hydrogenated Tallow, Saturated Fatty Acids and Soybean Oil-Supplemented Diets by Sheep. *J. Anim. Sci.* 35:890-895.
- Manso, T., Castro, T., Mantecón, A.R. and Jimeno V. 2006. Effects of palm oil and calcium soaps of palm oil fatty acids in fattening diets on digestibility, performance and chemical body composition of lambs. *Animal Feed Science and Technology.* Vol. 127, Issues (3–4, 28):175–186.
- Montossi, F. 2013. Ganadería del Norte para el siglo XXI. INIA Tacuarembó. Uruguay.
- NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants (Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids). Washington, DC: National Academy Press. p. 362.
- OECD-FAO. 2011. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Agricultural outlook 2011-2020.
- Radunz, A.E., Wickersham, L.A., Loerch, S.C., Fluharty, F.L., Reynolds, C.K. and Zerby H.N. 2009. Effects of dietary polyunsaturated fatty acid supplementation on fatty acid composition in muscle and subcutaneous adipose tissue of lambs. *J. Anim, Sci.* vol. 87 (12):4082-4091.
- Serra, A., Mele, M., La Comba, A., Conte, G., Buccioni, A. y Secchiari, P. 2009. Conjugated Linoleic Acid (CLA) content of meat from three muscles of Massese suckling lambs slaughtered at different weights. *Meat Science.* 81:396-404.

- Silva, S.R., Gomes, M.J., Dias-da-Silva, A., Gil L.F. and Azevedo J.M.T. 2005. Estimation in vivo of the body and carcass chemical composition of growing lambs by real-time ultrasonography. *J. Anim.Sci.* vol. 83 (2):350-357.
- Wiseman, J. 1984. *Fats in animal nutrition.* University of Nottingham. 521 p.
- Wood, J.D. 1984. Fat deposition and the quality of fat tissue in meat animals. *In: Wiseman, J. Fats in animal nutrition.* pp: 407-435. University of Nottingham School of Agriculture. BUTTERWORTHS, UK.
- Wynn, R. J., Daniel, Z. C. T. R., Flux, C. L., Craigon, J., Salter, A. M. and Buttery, P. J. 2006. Effect of feeding rumen-protected conjugated linoleic acid on carcass characteristics and fatty acid composition of sheep tissues. *J. Anim. Sci.* vol. 84(12):3440-3450.

12.2. Portada de Libro

TECNOLOGÍA Y CIENCIA DE LA CARNE DE ANIMALES RUMIANTES. RED ACADÉMICA Y DE INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍA Y CIENCIA DE LA CARNE. FMVZ CUERPO ACADÉMICO EN PRODUCCIÓN ANIMAL (CAPA).





Dr. en D. Jorge Olvera García
Rector

Dr. en E. Alfredo Barona Baca
Secretario de Docencia

Dra. en E. L. Ángeles Ma. del Rosario Ruiz Bernal
Secretaria de Investigaciones y Estudios Avanzados

M. en D. José Benjamín Bernal Suárez
Secretario de Rectoría

M. en E. P. y D. Ivett Tinoco García
Secretaria de Difusión Cultural

M. en C. I. Ricardo Joya Cepeda
Secretario de Extensión y Vinculación

M. en E. Javier González Martínez
Secretario de Administración

Dr. en C. P. Manuel Hernández Luna
Secretario de Planeación y Desarrollo Institucional

M. en A. E. D. Yolanda E. Ballesteros Senties
Secretaria de Cooperación Internacional

Dr. en D. Hiram Raul Pina Libsten
Abogado General

Lic. Juan Portilla Estrada
Director General de Comunicación Universitaria

M. en A. Ignacio Gutiérrez Padilla
Controlador Universitario

Primera edición: agosto de 2014

ISBN: 978-607-8289-82-0

D.R. © Universidad Autónoma del Estado de México
Instituto Literario núm. 100 Ote.
Colonia Centro
C.P. 50000, Toluca, México
<http://www.uaemex.mx>

D. R. © Ediciones y Gráficos Eón, S.A. de C.V.
Av. México-Coyoacán No. 421
Col. Xoco, Deleg. Benito Juárez
C.P. 05330, México, D. F.
Tels.: 5604 1204 y 5688 9112
<administracion@edicioneson.com.mx>
<www.edicioneson.com.mx>

El contenido total de este libro fue sometido a dictamen en el sistema de pases ciegos.
El contenido de los capítulos es responsabilidad de los autores

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio, sin la autorización
escrita del titular de los derechos patrimoniales.

Impreso y hecho en México
Printed and made in Mexico

12.3. Resumen enviado



LI Reunión Nacional de INVESTIGACIÓN PECUARIA



Toluca 2015

ESTADO DE MÉXICO

25 al 27 de noviembre de 2015

Del Rey Inn Hotel

CURSO “BASES DE LA CRÍA OVINA”



RESPUESTA PRODUCTIVA Y CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE OVINOS DE PELO

SUPLEMENTADOS CON DOS NIVELES DE ACEITE DE SOYA EN LA DIETA

PRODUCTIVE PERFORMANCE AND CARCASS CHARACTERISTICS OF SHEEP HAIR SUPPLEMENTED

WITH TWO LEVELS OF SOYBEAN OIL IN DIET

Martínez San Pedro F¹, Bórquez GJL^{1*}, Domínguez VIA¹, Rojo RR², Mariezcurrena BMA¹, Morales

AE¹,

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Autónoma del Estado de México, ² Centro Universitario UAEM-Temascaltepec. * jlbtorquez@yahoo.com.mx

RESUMEN

El genotipo y la alimentación pueden afectar la respuesta productiva y características de la canal de ovinos. Se evaluó la respuesta productiva y características de la canal de tres genotipos de ovinos de pelo (Kathadin, Pelibuey y Dorper) alimentados con dietas con dos niveles de aceite de soya (0 y 3% MS). Las dietas fueron isonitrogenadas (14.39 % PC) e isoenergéticas (1.75 Mcal ENm/kg MS). Se utilizaron 30 corderos machos enteros (21.7±2.5 Kg PV) en un diseño completamente al azar con arreglo factorial (2x3) de tratamientos. Los tratamientos (T) fueron: T1 y T2= Kathadin con 0 y 3% aceite; T3 y T4=Dorper con 0 y 3 % aceite; T5 y T6=Pelibuey con 0 y 3 % aceite. El T1 mostró mayor ($P<0.05$) ganancia de peso que T6 (181 vs 141 g/d), pero no hubo diferencias en consumo y conversión alimenticia; el peso de la canal caliente y fría fue mayor en T3 que T4 (19.9 vs 17.76 kg; 18.98 vs 17.06 kg); las pérdidas por oreo fueron mayores ($P<0.05$) en T2 que T4 (1.22 vs 0.70 kg). El pH en la canal 24 h post-sacrificio fue mayor en T1 ($P<0.05$) que T3, T4 y T5 (6.12 vs 5.78, 5.80, 5.88). El contenido de MS de la carne fue menor en T1 que T4 (33.21 vs 37.68 %). Se concluye que el genotipo y aceite de soya en la dieta pueden modificar la respuesta productiva y características de la canal de ovinos de pelo.

Palabras clave: Ovinos, respuesta productiva, características de la canal.

INTRODUCCIÓN

El uso de aceites y grasas en la nutrición y alimentación animal puede tener efectos benéficos en la respuesta productiva y características de la canal ya que son fuente de energía, mejoran la palatabilidad, textura de la dieta y reducen el polvo. Además, pueden influir en los depósitos y grasa de cobertura de la canal en ovinos, jugosidad y ternesa de la carne. Niveles de 3 % MS de la dieta se recomiendan para obtener el máximo de beneficios de la energía de las grasa o aceites en dietas altas en fibra; en dietas bajas en fibra, hasta 6 % MS de la dieta puede tener mínimos efectos en la utilización de otros componentes de la ración (Hess *et al.*, 2008). Niveles (3 y 6% MS) de grasa o aceite en la dieta no parece afectar la respuesta productiva de ovinos; sin embargo, con 6 % de grasas saponificadas de girasol se encontró que corderos Merino mostraron menor digestibilidad de la fibra, menor relación acetato-propionato y menor peso de la canal fría, sin afectar el consumo de MS y la ganancia de peso (Blanco *et al.*, 2014). Meale *et al.* (2015) no

encontraron efecto de la suplementación con 2% de aceite de canola, girasol o lino en consumo, crecimiento y características de la canal de corderos.

OBJETIVO

Evaluar la respuesta productiva y características de la canal de tres genotipos de ovinos de pelo suplementados con aceite de soya en la dieta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 30 corderos machos enteros de tres genotipos (Kathadin, Dorper y Pelibuey; 21.7±2.5 kg PV), con alrededor de 3 meses de edad. Se alojaron en corraletas individuales bajo techo provistas de comedero y bebedero. Los ovinos recibieron dietas a la que se agregó aceite de soya (0 y 3% MS) para que estas fueran isonitrogenadas (14.39 % PC) e isoenergéticas (1.75 Mcal ENm kg⁻¹ MS) para corderos en crecimiento (NRC, 2007). El diseño fue Completamente al Azar con arreglo factorial de tratamientos (2x3; dos niveles de aceite y tres genotipos). Se hizo análisis de varianza y la comparación de medias con la prueba de Tukey (SAS, 2003). Se hizo análisis de covarianza donde el peso inicial de los animales se consideró como covariable. El modelo estadístico fue el siguiente (Steel *et al.*, 1997).

$$Y_{ijk} = M + A_i + B_j + AB_{ij} + \beta(X_{ij} - \bar{X}_{..}) + E_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta en la j-esima repetición del i-esimo tratamiento

M = Media general

A_i = Efecto del factor A (genotipo)

B_j = Efecto del factor B (nivel de aceite)

AB_{ij} = Efecto de la interacción A*B

β = Coeficiente de regresión

X_{ij} = Variable independiente o covariable

$\bar{X}_{..}$ = Media general de la covariable

E_{ijk} = Error aleatorio

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No hubo efecto ($P>0.05$) de peso inicial de los animales sobre las variables estudiadas. Kathadin con y sin aceite en la dieta, mostró mayor ($P<0.05$) ganancia de peso que Pelibuey con 3 % de aceite en la dieta (181 vs 141 g/d). No hubo efecto ($P>0.05$) del genotipo, nivel de aceite ni su interacción sobre consumo de materia seca y conversión alimenticia. El peso de la canal caliente y fría fue mayor ($P<0.05$) en Dorper sin aceite que con aceite en la dieta (19.9 vs 17.76; 18.98 vs 17.06 kg). No hubo diferencias ($P>0.05$) en peso final, peso al sacrificio, merma, rendimiento comercial y verdadero. Kathadin mostró mayor ($P<0.05$) pérdida por oreo que Dorper (1.22 vs 0.070 kg) con 3 % aceite. Hubo mayor ($P<0.05$) peso de la canal caliente (19.90 vs 17.76 kg) y fría (18.98 vs 17.06 kg) en la raza Dorper sin aceite en la dieta. Hubo efecto ($P=0.0282$) de la interacción genotipo*nivel de aceite sobre el peso de la canal caliente en Dorper y Pelibuey. No se encontraron efectos ($P>0.05$) del genotipo, nivel de aceite ni su interacción sobre longitud de la canal, longitud de la pierna, ancho de grupa, ancho mayor y menor de tórax, área del ojo de la chuleta y grasa dorsal. Dorper mostró mayor contenido de materia seca ($P=0.0691$) en la carne que Kathadin (37.68 vs 33.21 %). Dorper con y sin aceite y Pelibuey sin aceite mostraron menor pH 24 h post matanza ($P<0.01$) que Kathadin sin aceite; no se encontraron diferencias ($P>0.05$) en proteína cruda, cenizas, pH 0 h, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), fuerza de corte, luminosidad (L^*), rojizo (a^*), amarillento (b^*); tampoco hubo efecto de la interacción genotipo*nivel de aceite en estas variables. Resultados similares fueron encontrados por Hess *et al.* (2008), Blanco *et al.* (2014) y Meale *et al.* (2015).

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Se concluye que la inclusión de aceite vegetal (3% MS) aumentó la ganancia de peso y algunas características de la canal en ovinos. Esto implica que la suplementación con lípidos puede mejorar algunos aspectos deseables en corderos en engorda.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blanco, C., Giráldez, F.J., Prieto, N., Morán, L., Andrés, S., Benavides, J., Tejido, M.L. and Bodas, R. 2014. **Effects of dietary inclusion of sunflower soap stocks on nutrient digestibility, growth performance, and ruminal and blood metabolites of light fattening lambs**. Journal of Animal Science. 92 (9):4086-4094.

Hess, B.W., Moss G.E. and Rule D.C. 2008. **A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep.** Journal of Animal Science. 86:14 suppl: E188-E204.

Meale, S.J., Chaves, A.V., He, M.L., Guan, L.L. and McAllister, T.A. 2015. **Effects of various dietary lipid additives on lamb performance, carcass characteristics, adipose tissue fatty acid composition, and wool characteristics.** Journal of Animal Science. 93 (6): 3110-3120.

NRC. 2007. Nutrient requirements of small ruminants. Sheep, goats, cervids, and new world camelids. National Research Council. Washington, D.C. 292 p.

Steel, R.G.D., Torrie, J.H. and Dickey, D.A. 1997. Principles and procedures of statistics a biometrical approach. 3^a ed. McGraw-Hill. USA. 666 p.

Sección: Nutrición animal

Modalidad: Cartel