

Universidad Autónoma de Sinaloa
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Maestría en Ciencias Agropecuarias



“Efecto de la suplementación de diferentes fuentes de grasas sobre las características de la canal, composición tisular y peso de cuerpo vacío en ovinos alimentados con dietas de finalización”

Tesis

**Que para obtener el grado de
Maestra en Ciencias Agropecuarias**

Presenta:

ESMERALDA NIEBLAS LÓPEZ

Director de Tesis

Dra. Beatriz Isabel Castro Pérez

Co-Director

Dr. Jesús David Urías Estrada

Asesores:

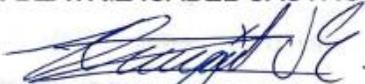
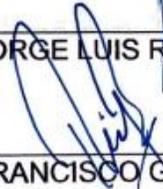
Dr. Alfredo Estrada Angulo
MC. Jorge Luis Ramos Méndez
Dr. Francisco Gerardo Ríos Rincón

ACTA DE APROBACIÓN

ESTA TESIS FUE REALIZADA POR **ESMERALDA NIEBLAS LÓPEZ**, BAJO LA DIRECCIÓN DEL CONSEJO PARTICULAR QUE SE INDICA, Y HA SIDO APROBADA POR EL MISMO, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

CONSEJO PARTICULAR

DIRECTORA	 _____ DRA. BEATRIZ ISABEL CASTRO PÉREZ
CO-DIRECTOR	 _____ DR. JESÚS DAVID URIAS ESTRADA
ASESOR	 _____ DR. ALFREDO ESTRADA ANGULO
ASESOR	 _____ DR. JORGE LUIS RAMOS MÉNDEZ
ASESOR	 _____ DR. FRANCISCO GERARDO RÍOS RINCÓN

CULIACÁN, SINALOA, ENERO DE 2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA
COLEGIO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

En la Ciudad de Culiacán Rosales, Sinaloa, el día 28 de noviembre del 2022, la que suscribe Esmeralda Nieblas López, alumna del Programa de Maestría en Ciencias Agropecuarias, con número de cuenta 11488204, de la Unidad Académica Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la UAS, manifiesta que es autora intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de la Dra. Beatriz Isabel Castro Pérez y del Dr. Jesús David Urías Estrada y cede los derechos del trabajo titulado “Efecto de la suplementación de diferentes fuentes de grasas sobre las características de la canal, composición tisular y peso de cuerpo vacío en ovinos alimentados con dietas de finalización”, a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Sinaloa, para su difusión, con fines académicos y de investigación por medios impresos y digitales, todo esto en apego al artículo 27 de la Ley Federal de Derechos de Autor.

La Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México) protege el contenido de la presente tesis. Los usuarios de la información contenida en ella deberán citar obligatoriamente la tesis como fuente, dónde la obtuvo y mencionar al autor intelectual. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ATENTAMENTE


MVZ. Esmeralda Nieblas López

DOMICILIO: Culiacancito, calle primera av. cuarta
TELÉFONO: 6674531393
CORREO ELECTRÓNICO: esmeraldanieblas21@gmail.com
CURP: NILE960916MSLBPS06



Dirección General de Bibliotecas



U n i v e r s i d a d A u t ó n o m a d e S i n a l o a

REPOSITORIO INSTITUCIONAL

**UAS- Dirección General de
Bibliotecas Repositorio Institucional
Restricciones de uso**

Todo el material contenido en la presente tesis está protegido por la Ley Federal de Derechos de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

Queda prohibido la reproducción parcial o total de esta tesis. El uso de imágenes, tablas, gráficas, texto y demás material que sea objeto de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente correctamente mencionando al o los autores del presente estudio empírico. Cualquier uso distinto, como el lucro, reproducción, edición o modificación sin autorización expresa de quienes gozan de la propiedad intelectual, será perseguido y sancionado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual, 4.0 Internacional.



INFORME DE PLAGIO



Informe del Detector de Plagio Viper

VIPER TESIS ENL.docx escaneado Jan 19, 2023

Porcentaje Total

14%

7.6%

DIGESTIÓN DE LOS LÍPIDOS EN LOS RUMI...

http://nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutricio

4.8%

Factores que influyen en el Valor Nutricional d...

http://nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutricio

1.3%

Rendimiento de la canal y de los componente...

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_artt

0.2%

Efecto de la suplementación con diferentes d...

<http://www.scielo.org.ve/pdf/zt/v31n4/art04.pdf>

0.0%

factores que influyen en el valor ... · factores ...

<https://vdocuments.mx/factores-que-influyen-en-el-v>

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis padres por ser ustedes el pilar en el cual me apoyo. Por estar cerca de mi compartiendo las experiencias más importantes de mi carrera. Porque gracias a su apoyo he realizado una de mis mejores metas. Ustedes que sin esperar nada lo dieron todo, porque nunca estuve sola, porque siempre conté con su confianza. Por todo eso, quiero que sientan que el objetivo logrado también es suyo y que la fuerza que me ayudo a lograrlo fue su amor.

De igual manera quiero agradecerles a todas las personas que estuvieron a mi lado durante esta trayectoria, al equipo de trabajo de la unidad de engorda en pequeños rumiantes de la FMVZ.

Sobre todo, a los doctores que con su ayuda pude realizar este trabajo, Dr. Alfredo Estrada Angulo, Dr. Jesús David Urías Estrada, Dra. Beatriz Isabel Castro Pérez, Dra. Beatriz Pérez Fernández, gracias por todo su apoyo y por transmitir todo su conocimiento, quienes me acompañaron en todo el proceso y desarrollo de la tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CONTENIDO	I
ÍNDICE DE CUADROS	II
ÍNDICE DE FIGURAS	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1. Características generales de los lípidos y su clasificación.....	2
2.2. Características generales de los ácidos grasos.....	3
2.3. Tipos de grasas.....	3
2.4. Grasas y aceites utilizados en la alimentación animal.....	5
2.4.1. Composición de las grasas y su influencia en la calidad nutrimental.....	5
2.4.2. Digestión ruminal de las grasas.....	7
2.4.3. Digestión intestinal de las grasas.....	8
2.4.3.1. Absorción intestinal de los ácidos grasos.....	9
2.4.4. Factores que inciden en la digestibilidad de las grasas en los rumiantes.....	10
2.5. Metabolismo energético de los lípidos.....	13
2.6. Uso de grasas en la alimentación de ovinos en finalización.....	14
2.6.1 Efecto de la adición de grasas al alimento sobre las características de la canal.....	15
2.6.2 Efecto de la adición de grasas al alimento sobre la composición tisular.....	16
2.6.3. Variables de Cuerpo Vacío.....	16
III. HIPÓTESIS	18
IV. OBJETIVO	19
V. MATERIALES Y MÉTODOS	20
5.1. Localización del Área de Estudio.....	20
5.2. Manejo y Características de los Animales.....	20
5.3 Alimentación con Dietas Experimentales.....	20
5.4. Determinación de características de la canal, cortes primarios y Composición Tisular.....	21
5.5. Análisis Estadístico.....	23
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
VII. CONCLUSIÓN	27
VIII. LITERATURA CITADA	28

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Clasificación de los lípidos.....	2
2	Composición química promedio de las principales grasas comerciales utilizadas en engorda de ganado en confinamiento.....	6
3	Composición química de la grasa amarilla convencional y grasa de trampa	7
4	Composición de las dietas integrales con diferentes fuentes de grasas.....	21
5	Efecto de la suplementación de diferentes fuentes de grasa sobre las características de la canal y composición tisular de ovinos en etapa de finalización.....	24
6	Efecto de los tratamientos sobre la masa de órganos viscerales.....	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Cuadro		Página
1	Digestión ruminal de las grasas.....	8
2	Digestión intestinal de las grasas.....	9

RESUMEN

Efecto de la suplementación de diferentes fuentes de grasas sobre las características de la canal, composición tisular y peso de cuerpo vacío en ovinos alimentados con dietas de finalización.

ESMERALDA NIEBLAS LÓPEZ

Para conocer el efecto de la adición de diferentes fuentes de grasas sobre las características de la canal, la composición tisular y el peso de cuerpo vacío de ovinos alimentados con dietas de finalización, se utilizaron 24 ovinos machos Pelibuey x Katahdin con un peso vivo inicial promedio de 27 kg. Para la asignación de los ovinos se utilizó un diseño de bloques completos al azar, utilizando el peso vivo inicial como criterio de bloqueo. La fase experimental tuvo una duración de 84 días. Los pesajes se realizaron los días 0, 28, 56 y 84. Previo al inicio de la fase experimental los ovinos fueron tratados contra parásitos internos empleando Closantil 5% (Closantel 7.5 mg/kg peso vivo) además, se identificaron por medio de arete para el control interno.

Los tratamientos consistieron en suplementar diferentes fuentes de grasas, tal como se describe a continuación: T₁) sin grasa, T₂) 4% sebo, T₃) 4% grasa amarilla y T₄) 4% grasa de trampa. El alimento fue ofrecido a libre acceso en el horario de 08:00 y 17:00 en una proporción 40:70. La utilización de diferentes fuentes de grasa no afectó las características de canal, la composición tisular y el peso de cuerpo vacío en general. Sin embargo, en el caso de las variables de espesor de grasa dorsal, grasa de riñón, pelvis y corazón, se observó una diferencia significativa hacia una mayor deposición de las mismas cuando la dieta contenía grasa suplementada, mismo efecto en el caso de las variables de grasa omental y grasa (P<0.05). En base a lo anterior se concluye que, utilizar grasa de trampa como ingrediente energético en dietas de finalización para ovinos no afecta las variables de características de la canal, composición tisular y peso de cuerpo vacío cuando se compara con las grasas de uso convencional.

Palabras clave: Grasas, Sebo, Grasa amarilla, Grasa de trampa, Rumiantes, Características de canal.

ABSTRACT

Effect of supplementation of different fat sources on carcass characteristics, tissue composition and empty body weight in sheep fed finishing diets.

ESMERALDA NIEBLAS LÓPEZ

In order to know the effect of the addition of different sources of fats on carcass characteristics, tissue composition and empty body weight of sheep feeders with finisher diets, They were used 24 Pelibuey x Katahdin sheep male with an average initial live weight of 27 kg. A randomized complete block design was obtained, using the initial live weight as the blocking criterion. The experimental phase lasted 84 days. The weighings were carried out on days 0, 28, 56 and 84. Prior to the beginning of the experimental phase, the sheep were treated against internal parasites using Closantil 5% (Closantel 7.5 mg/kg live weight) in addition, they were identified by means of an earring to internal control.

The treatments consisted of supplementing different sources of fat, as described below: T1) without fat, T2) 4% tallow, T3) 4% yellow fat and T4) 4% trap fat. The food was offered free access between 08:00 and 17:00 in a ratio of 40:70. The use of different sources of fat did not affect carcass characteristics, tissue composition and overall empty body weight. However, in the case of the thickness variables of back fat, kidney, pelvis and heart, a significant difference was demonstrated towards a greater deposition of the same when the diet contained supplemented fat, the same effect in the case of the variables of omental fat and visceral fat ($P < 0.05$) Based on the above, it is concluded that using trap fat as an energy ingredient in finishing diets for sheep does not affect the variables of carcass characteristics, tissue composition and empty body weight when compared with conventionally used fats.

Keywords: Fats, Sebum, Yellow fat, Trap fat, Ruminants, Carcass characteristics.

I. INTRODUCCIÓN

Las grasas y aceites son una fuente alimenticia para rumiantes de alta densidad energética, contienen 2.5 veces más de energía comparada con el maíz, pero su uso está supeditado a diferentes factores que pueden afectar la densidad de energía de la misma o por efectos asociativos, afectar la digestión de otras fracciones del alimento (Plascencia *et al.*, 2005).

En la actualidad las regulaciones ambientales son cada vez más estrictas, tanto que, se ha hecho necesario que los restaurantes y cafeterías coloquen trampas en las líneas de drenaje para la recolección de grasa de los vertederos, debido al potencial de contaminación que genera en las tuberías de los drenajes públicos (alcantarillado), en el suelo o en los mantos acuíferos. Esta acción trae como consecuencia la disponibilidad de un producto de desecho, que posterior a un proceso de reciclaje, presenta potencial para su uso en la alimentación animal, a este producto se le conoce como "grasa de trampa". Se ha indicado que este tipo de grasa, tiene una composición similar a la de grasa amarilla pero con tres veces más cantidad de ácidos grasos libres, por lo tanto, debido a sus características físico-químicas, dicho material puede ser reciclado y utilizado como un ingrediente energético en la alimentación de rumiantes (Plascencia *et al.*, 1999).

Una de las ventajas de utilizar fuentes de energía a partir de lípidos, es que además de aportar energética a la dieta, puede contribuir en la mitigación de los efectos del estrés calórico en los animales, puesto que las grasas producen menos calor metabólico que otras fuentes de energía, haciéndolas mucho más eficientes (Duarte *et al.*, 2016), también ayuda al aglutinamiento de las partículas del alimento y en consecuencia la reducción de la cantidad de polvo tanto en las plantas de alimentos como en el comedero de los animales (Zinn y Plascencia, 2007). Debido a todo lo anterior y a la poca información que existe acerca del uso de grasa de trampa en rumiantes, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la suplementación de diferentes fuentes de grasas sobre las características de la canal, composición tisular y el peso de cuerpo vacío de ovinos alimentados con dietas de finalización.

Ceras	Alcoholes monohídricos de alto peso molecular esterificado con un ácido graso de cadena larga
Esteroides	La unidad estructural es el ciclopentanofenantreno, incluyen esteroides, ácidos biliares, hormonas sexuales y adrenales
Terpenos	La unidad estructural es el isopreno. Incluyen aromas, carotenoides, hormonas vegetales y vitaminas A, E y K

Adaptado: Martínez *et al.*, 2010.

2.2. Características generales de los ácidos grasos

Los AG son ácidos carboxílicos de cadena alifática hidrófoba. Pueden dividirse en cuatro categorías de acuerdo con el número de carbonos o longitud de cadena: volátiles, con 2-4 carbonos; cadena corta, con 6-10 carbonos; media, con 12-16 carbonos; y larga, a partir de 16 carbonos. Si no contienen ningún enlace doble en su molécula se denominan saturados, cuando contienen enlaces dobles son denominados insaturados, distinguiéndose entre mono-, di-, tri- o poliinsaturados, según tengan uno, dos, tres o más de aquéllos. Los AG insaturados pueden ser clasificados atendiendo a la posición del primer enlace doble, contando desde el grupo metilo terminal. Por ejemplo, son de la serie n-3 (ω -3) cuando el enlace doble se sitúa entre los carbonos tres y cuatro, serie n-6 (ω -6) cuando aquél se sitúa ente los carbonos seis y siete, así respectivamente, teniendo como los más representativos a los ácidos grasos oleico, linoleico y linolénico, todos de 18 carbonos. Para una misma fórmula química, los ácidos grasos insaturados pueden tener múltiples isómeros de naturaleza estructural, según la localización de los enlaces dobles en la cadena, y espacial, según los hidrógenos unidos a los átomos de carbono del enlace doble se encuentren en el mismo lado (cis) o a ambos lados (trans) del enlace doble (Cuvelier et al., 2004).

2.3. Tipos de grasas

Grasa amarilla

El término de “amarilla” se debe a su apariencia. También se le conoce como grasa de restaurante o grasa de cocina, ya que su origen es de cualquier combinación de los desperdicios o sobrantes de grasas y aceites colectados en

cafeterías, restaurantes de comida rápida y panaderías. De acuerdo a los parámetros establecidos por la Asociación Americana de Grasas y Aceites (AFOA, 1999), su punto de fusión debe ser menor a 40°C y no debe contener más de 15% de AGL y un máximo de 2% de impurezas.

Sebo

El sebo o grasa animal es un subproducto derivado principalmente de desperdicios de carne y vísceras, mayormente de ganado vacuno. Este tipo de grasa se caracteriza por una mayor uniformidad, además de presentar un alto punto de fusión (>40°C) y un menor contenido de humedad e impurezas (<1,5%) así como de AGL, en comparación con otras fuentes de grasas (Brandt y Anderson, 1990; Zinn y Plascencia, 2004).

Grasas mezcladas

Las grasas mezcladas son mezclas con diferentes proporciones de grasas de origen animal, aceites vegetales, así como aceites acidulados y subproductos de refinería. De la misma forma que la grasa amarilla, las mezclas no son uniformes en su composición; de hecho, su composición es aún más variable, por lo que es difícil caracterizarla de una manera generalizada. Aun así, comparada con la grasa amarilla, es de apariencia más oscura y con un contenido mayor de AGL y materia insaponificable, tendiendo a poseer un valor de yodo más alto. Las características típicas de calidad para esta fuente de grasa son 90% mínimo de ácidos grasos totales (AGT) y niveles máximos de 50% de AGL, 3,5% de insaponificables, 1,5% de humedad y 1% de impurezas (Zinn, 1989).

Extractos de jabón y otras fuentes grasas altas en AGL

Los extractos de jabón son subproductos resultantes de los procesos de la refinación de aceites comestibles. La composición de ácidos grasos es muy similar a la fuente original, pero con más contenido de AGL (>50%).

Grasa de Trampa

Es una reciente fuente de grasa alta en AGL es la grasa denominada “griddle grease”, la cual es obtenida en las trampas del desagüe de cocinas de cafeterías y

restaurantes. La disponibilidad de este tipo de grasa, se ha incrementado en el mercado en los últimos años como resultado de recientes regulaciones medioambientales que indican que, la grasa que se vierte al caño por error, debe ser recuperada y reciclada. La composición es muy similar a la grasa amarilla, pero contiene tres veces más AGL (Plascencia et al., 1999), lo cual puede ser uno de los factores que afectan el valor energético de las grasas en dietas para rumiantes (Plascencia et al., 2005)

2.4. Grasas y aceites utilizadas en la alimentación animal

Plascencia et al. (2005), mencionan que, las grasas y aceites son una fuente alimenticia para rumiantes de alta densidad energética y de bajo costo, además funcionan como aglutinantes de las partículas del alimento y en consecuencia reducen la cantidad de polvo tanto en las plantas de alimentos como en el comedero de los animales (Zinn y Plascencia, 2007). Las fuentes alimenticias principales de lípidos en la naturaleza tienen diferentes orígenes: cereales, semillas oleaginosas, grasas libres y forrajes, en las cuales las podemos encontrar como triglicéridos principalmente (cereales, semillas y grasas libres) o como galactolípidos o galactosilglicéridos y fosfolípidos (forrajes). La concentración de ácidos grasos en forma de galactosilglicéridos rara vez supera el 1.5% de la materia seca de la dieta. En cambio, los AG contenidos en cereales, semillas oleaginosas y grasas libres son variables, más elevado y en forma de triglicéridos (Plascencia et al., 2005).

2.4.1. Composición de las grasas y su influencia en la calidad nutrimental

Los ácidos grasos están constituidos por cadenas de átomos de C, que contienen desde dos hasta veinticuatro o más C de longitud y se caracteriza por tener en su extremidad un grupo carboxilo (Church y Pond, 2004).

Se caracterizan por ser moléculas hidrófobas que pueden originarse a través de condensaciones de ésteres o unidades de isopreno. Estos compuestos tienen acciones como: aportadores de energía, estructuradores de la membrana celular, protectores de órganos, mediadores hormonales, entre otros, por lo que se convierten en indispensables para la vida (Serrano y Calle, 2014). Al ser ofrecidos como suplemento en la alimentación de rumiantes (Cuadro 2), tiene como función

básica aumentar el consumo de energía, sin aumentar la ingestión de carbohidratos no estructurales y sin disminuir la ingestión de fibra (Silva *et al.*, 2007).

El aumento en el nivel energético de la dieta es también una alternativa para mitigar los efectos del estrés calórico en los animales, puesto que las grasas producen menos calor metabólico que otras fuentes de energía, haciéndolas mucho más eficientes, por lo tanto, se pueden utilizar como una estrategia alimenticia para la mitigación del estrés por calor en la industria bovina productora de carne (Duarte *et al.*, 2016).

Johnson y McClure (1973) indicaron que, la inclusión de grasa en la ración es una alternativa para aumentar la densidad energética y disminuir el impacto del balance energético negativo de los animales, principalmente hembras en estados iniciales de lactación, sin embargo altos niveles de grasa en la dieta (> 6.00%, de grasa BMS) tienen un marcado efecto negativo sobre la digestibilidad de la fibra en el rumen, y esto se debe a que gran parte de las grasas usadas para alimentación animal son insaturadas, las cuales son tóxicas para los microorganismos ruminales, principalmente los celulíticos y metanogénicos.

Cuadro 2. Composición química promedio de las principales grasas comerciales utilizadas en engorda de ganado en confinamiento

Concepto	Grasa Amarilla ¹	Sebo de Res ²	Mezcla Animal-Vegetal ³	Extractos de Jabón ⁴	Sales de Calcio ⁵
Humedad	0.40	0.12	0.88	1.40	-----
Impurezas	0.22	0.08	0.56	4.90	-----
Materia Insaponificable	0.71	0.31	3.88	3.46	-----
Valor de Iodo	82.06	54.04	67.16	102.6	-----
Ácidos Grasos Totales	92.60	92.48	92.90	85.7	81.3
Ácidos Grasos Libres	13.95	7.80	51.0	54.8	-----
Perfil de AG,%					
Palmítico C 16:0	18.03	25.23	22.30	21.5	49.80
Estearico C 18:0	10.32	15.73	13.70	6.00	4.03
Oleico C 18:1	46.88	42.18	35.50	26.5	36.30
Linoleico C 18:2	17.16	5.26	18.70	40.2	7.46
Linolénico C 18:3	1.42	0.47	1.55	3.10	0.30

Adaptado: Plascencia *et al.*,1999; Zinn *et al.*,2000.

Cuadro 3. Composición química de la grasa amarilla convencional y grasa de trampa

Concepto	Grasa amarilla	Grasa de trampa
Composición química		
Humedad	0.12	0.63
Impurezas	0.10	3.00
Materia insaponificable	0.37	0.59
Valor de yodo	87.2	75.2
Ac. Grasos totales	90.53	83.94
Ac. Grasos libres	14.80	42.30
Perfil de ácidos		
C _{16:0} (Esteárico)	15.88	16.56
C _{18:0} (Palmítico)	8.43	9.61
C _{18:1} (Oleico) ⁵	48.43	49.33
C _{18:2} (Linoleico)	20.11	14.28
C _{18:3} (Linolénico)	1.89	1.06

Fuente: Adaptado de Plascencia et al., 1999).

2.4.2 Digestión ruminal de las grasas

Los lípidos de los alimentos sufren dos importantes transformaciones en el rumen: lipólisis y biohidrogenación (Figura 1). La lipólisis se refiere a la liberación por hidrólisis de los ácidos grasos esterificados en los triglicéridos, glicolípidos y fosfolípidos. La biohidrogenación consiste en la reducción de los enlaces dobles existentes en los ácidos grasos liberados (Plascencia, et al., 2005).

La hidrólisis de los lípidos ocurre por acción de lipasas, galactosidasas y fosfolipasas producidas por bacterias ruminales, principalmente *Anaerovibrio lipolyticus* y *Butyrivibrio* spp (Yokohama y Johnson, 1988), el resultado de este proceso produce AG libres (no esterificado) y glicerol. Los lípidos de forrajes, cereales y semillas quedan expuestos a la acción microbiana cuando la matriz vegetal ha sido masticada y degradada.

Dicha actividad se ve influenciada por el estado de madurez del forraje, el contenido de nitrógeno y por el tamaño de las partículas alimenticias en el rumen (Jenkins, 1993), pero generalmente no es un paso limitante para la digestión de las grasas. Beam *et al.* (2000), han demostrado que la velocidad de hidrólisis ruminal está directamente relacionada con el grado de insaturación; los aceites se hidrolizan

más rápidamente que el sebo y no se detecta hidrólisis alguna de glicéridos saturados (hidrogenado).

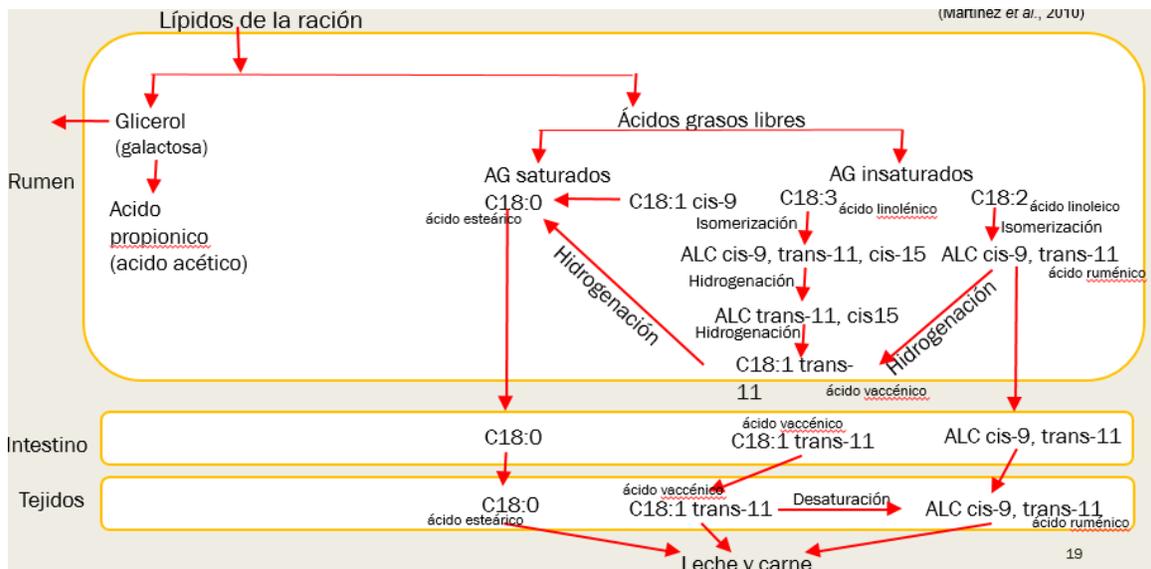


Figura 1. Digestión ruminal de las grasas; Martínez *et al.*, 2010.

2.4.3 Digestión intestinal de las grasas

Como se ha mencionado previamente, la digestibilidad (Figura 2) es el factor más importante que determina el valor energético de las grasas. Los rumiantes están bien adaptados a absorber pequeñas cantidades de grasas muy saturadas (menos del 3% en base materia seca) en las dietas. Los AG que llegan a intestino son altamente saturados >85% (Zinn *et al.*, 2000) y están adheridos a las partículas alimenticias (Wachira *et al.*, 2000), los cuales son liberados de las partículas por detergencia polar. Las sales biliares favorecen la interacción de los ácidos grasos con los fosfolípidos de la bilis y el agua, lo cual conduce a la formación de una fase líquida cristalina. El avance de la digesta se acompaña de un aumento del pH desde un valor de 3-4 en las proximidades del orificio común de los conductos biliar y pancreático hasta 8 en el íleon (Noble, 1978). El aumento del pH facilita que la fase líquida cristalina se disperse en presencia de las sales biliares para formar una solución micelar. Simultáneamente, la liberación de lisolecitinas desde los fosfolípidos biliares y bacterianos por la acción de las fosfolipasas pancreáticas estimula aún más la solubilización y mejora el paso de los ácidos grasos a través de la capa acuosa que recubre las microvellosidades intestinales (Bauchart, 1993).

Los pocos triglicéridos que escapan del rumen son hidrolizados en los tramos iniciales del intestino delgado por la lipasa pancreática, cuya actividad se mantiene a pesar del bajo pH (óptimo de 7.5-7.8) gracias a la protección que presta la presencia de las sales biliares (Noble, 1978).



Figura 2. Digestión intestinal de las grasas; Martínez et al., 2010.

Plascencia *et al.* (2005), enuncian varios factores que podrían incidir en la digestibilidad de la grasa de la dieta, tales como contenido de ácidos grasos libres, proporción de ácidos grasos saturados e insaturados, longitud de cadena y forma de adición a la dieta, llegando a la conclusión de que la cantidad consumida es el principal factor determinante. Según la ecuación de Plascencia *et al.* (2003), la digestibilidad solamente es >80% cuando el consumo de AG totales es <1g/kg⁻¹ de peso vivo.

2.4.3.1 Absorción intestinal de los ácidos grasos

Church y Pond (2004), mencionan que la porción superior del intestino delgado es el lugar donde se llevan a cabo los procedimientos más importantes de la preparación para la absorción. El estómago descarga lentamente los lípidos de la dieta, principalmente los triglicéridos, los cuales se mezclan con la bilis y las secreciones pancreáticas e intestinales. La emulsificación se lleva a cabo en este lugar debido a la acción detergente de las sales biliares y a la acción revolvedora del intestino; la partícula de lípido reduce su tamaño hasta formar una esfera que miden de 500 a 1,000 μm de diámetro. Este tamaño de partícula brinda mayor exposición de superficie para que las lipasas pancreáticas e intestinales se adhieran

a la superficie y de esta manera logren atacar a los ácidos grasos que se encuentran en las posiciones 1 y 3 (α), lo que trae como resultado la hidrólisis de los triglicéridos en β -monoglicéridos y los AGL, luego se combinan con las micelas de sal-fosfolípido-colesterol (en una proporción molar de aproximadamente 12.5: 2.5: 1) para formar micelas mixtas, indispensables para una absorción eficaz. La presencia de la bilis es indispensable para absorción eficaz de las grasas y de las vitaminas liposolubles.

El sitio principal de la absorción de los lípidos se encuentra en el yeyuno proximal (superior), aunque se efectúa una absorción de menor grado a lo largo del tracto gastrointestinal desde el duodeno distal (bajo) hasta la porción distal del intestino delgado. El glicerol y los AG de cadena corta (C2- C10) se absorben por medio del transporte pasivo con la corriente sanguínea venosa mesentérica, de donde luego pasan a la corriente sanguínea portal (Church y Pond, 2004).

2.4.4. Factores que inciden en la digestibilidad de las grasas en los rumiantes

El asignar individualmente un valor energético por fuente o tipo de grasa es difícil. Una revisión de estudios de digestibilidad y comportamiento muestra una variación sustancial en los valores estimados de su contenido de energía. Por otra parte, el principal problema cuando son comparadas distintas fuentes de grasas, es que las grasas adicionadas en las dietas para rumiantes generalmente no exceden del 6% de la materia seca y la precisión obtenida en esos estudios no permite detectar diferencias tan pequeñas (menos del 10%) en el valor nutricional de las grasas comparadas. De cualquier forma, al comparar distintas fuentes, básicamente se comparan características tales como la cantidad de AGL, el grado de saturación y la proporción de saturados: insaturados. En ese sentido, se han realizado varias pruebas para comparar el valor nutricional de las diferentes características de las grasas utilizadas en la alimentación para ganado en engorda (Plascencia et al., 2005).

Tipo o fuente de grasa

Los lípidos de los forrajes se encuentran principalmente en forma de ácidos grasos poliinsaturados esterificados como galactosilglicéridos. La concentración de

ácidos grasos en esta forma rara vez supera el 1.5% de la materia seca de la dieta. En cambio, los ácidos grasos contenidos en cereales, semillas oleaginosas y grasas libres son variables, más elevados y en forma de triglicéridos. En relación a las grasas libres, son diversas las fuentes de grasa que son utilizadas en la alimentación de rumiantes. Éstas difieren principalmente en contenido de impurezas, de ácidos grasos libres (AGL) y en el grado de saturación

Cantidad de ácidos grasos libres

Los ácidos grasos libres (AGL) son ácidos grasos no esterificados con glicerol, por lo que, si consideramos la composición química de los triglicéridos, el glicerol es un diluyente del contenido neto de energía, por lo que se cree que al incrementarse el contenido de ácidos libres en una fuente de grasa se espera que el contenido energético se aumente de la misma manera. Sin embargo, el efecto del nivel de AGL en la dieta sobre el comportamiento productivo ha sido estudiado en la mayoría de las especies, especialmente en pollos de engorda, pero, existen indicios en rumiantes, en los cuales los AGL pueden ser menos digestibles que los triglicéridos (Czerkawski, 1973; Zinn, 1989). En ese sentido, Plascencia *et al.* (1999), evaluaron la influencia de distintos niveles de AGL adicionada a las dietas para bovinos de engorda sobre el comportamiento productivo y digestión de nutrientes y a pesar de no existir diferencias en la digestibilidad post-ruminal de los AG entre los tratamientos, el incremento de contenido de AGL si aumentó en forma lineal la ganancia diaria de peso, el consumo y la conversión alimenticia. Estos resultados obtenidos por Plascencia *et al.* (1999), han sido utilizados como indicios para soportar la hipótesis del efecto de dilución por glicerol utilizado en no rumiantes (Hamilton, 2002). Sin embargo, una de las características de los lípidos que ingresan en el intestino de los rumiantes es que en su gran mayoría (>85%) son en forma no esterificada, lo que debilita dicha teoría, al menos para esta especie. Una explicación más aceptable cuando se observan respuestas positivas con grasas de mayor contenido de AGL es que éstos inhiben la tasa de biohidrogenación ruminal (Noble *et al.*, 1974), lo que aumenta el flujo al duodeno de ácidos grasos de mayor digestibilidad (insaturados). Sin embargo, esta teoría no ha sido plenamente confirmada.

Grado de saturación

Existe una controversia acerca del efecto potencial de la proporción de ácidos insaturados: saturados contenidos en las grasas sobre su valor nutricional para bovinos en engorda. Aunque existe limitada información para ganado de engorda, estudios *in vitro* (Henderson, 1973; Maczulak et al., 1981) han demostrado que los ácidos grasos insaturados juegan un papel más activo en la inhibición de las bacterias ruminales, particularmente las celulolíticas. En general, con el incremento de saturación de una fuente de grasa en particular (por ejemplo, mediante hidrogenación) se disminuyen los efectos negativos sobre la fermentación ruminal, pero también se reduce la digestibilidad intestinal de los ácidos grasos. La atenuación de los efectos de la proporción de insaturados: saturados contenidos en las grasas que comúnmente se adicionan a las dietas para rumiantes se debe principalmente al elevado grado de biohidrogenación que sufren los AG insaturados en su estancia en rumen (Jenkins, 1993). La biohidrogenación ruminal es el mecanismo mediante el cual los microorganismos ruminales saturan los AG insaturados hasta esteárico (C18) (Polan *et al.*, 1964), aumentando de esta manera la cantidad de AG saturados que llega al intestino. La biohidrogenación de los ácidos grasos insaturados, es un mecanismo para reducir la toxicidad de los mismos para las bacterias, ya que por sus características poseen una acción detergente para la membrana celular microbiana (Garnsworthy, 2002).

Método de adición

Debido a sus características físicas las grasas tienden a formar una capa o cubierta en las partículas alimenticias, principalmente fibra (Devendra y Lewis, 1974). De hecho, aproximadamente un 80% del total de lípidos en rumen está en forma asociada a partículas (McAllan et al., 1983) y de 40 a 75% de las bacterias está adherido a las partículas alimenticias (Owens y Goetsch, 1988). Esto hace que por sus propiedades hidrófobas las grasas por cubrimiento físico puedan ejercer un efecto inhibitorio a la acción enzimática bacteriana interfiriendo en los procesos normales de fermentación (Devendra y Lewis, 1974) y afectando, por efectos asociativos, el valor nutricional de las grasas alimenticias.

Nivel de adición

Las recomendaciones para el uso de grasas alimenticias para dietas de rumiantes indican que éstas no deben exceder el 8% de la dieta, puesto que se han observado efectos detrimentales sobre el consumo y la eficiencia alimenticia cuando la grasa se incluye en niveles superiores (Haaland et al., 1981; Ngidi et al., 1990; Zinn, 1994). Sin embargo, las restricciones prácticas para su óptima utilización no han sido aún resueltas, ya que se han registrado casos negativos en comportamiento productivo con niveles de inclusión igual o menor al 3% (Hatch et al., 1972; Krehbiel et al., 1995), mientras que niveles de 8% han conducido a ganancias y conversiones superiores con relación a animales no suplementados (Zinn, 1989a). Sin embargo, el principal factor que afecta la digestibilidad de la grasa alimenticia en rumiantes es su nivel de consumo (Palmquist y Conrad, 1980; Ngidi et al., 1990; Coppock y Wilks, 1991; Palmquist, 1991; Khorasani et al., 1992; Zinn, 1992, 1994; Pylot et al., 2000). Lo anterior se refleja en una variabilidad del valor nutricional observado para la energía neta (EN) de la grasa que oscila desde 3,77 y 2,95 (Clary et al., 1993) hasta 6,35 y 5,15Mcal·kg⁻¹ (Plascencia et al., 2002) de EN de mantenimiento y EN de ganancia, respectivamente.

2.5. Metabolismo energético de los lípidos

En los rumiantes muy poca grasa es oxidada (Palmquist, 1994). Aparentemente esto es debido a la competencia entre el acetato y los ácidos grasos de cadena larga por la activación de la coenzima A en el interior de las células. Así, la oxidación de ácidos grasos aumenta cuando los animales están en una situación de déficit de energía y el aporte de acetato desde el rumen es bajo. Dado que la incorporación directa de ácidos grasos de cadena larga en la leche es un proceso energéticamente más eficiente que la síntesis de ácidos grasos de Novo (Baldwin et al., 1985), la eficacia de lactación mejora al aumentar los niveles de grasa de la dieta. Kronfeld (1976), postuló que la eficacia de lactación sería máxima cuando un 16% de la energía metabolizable fuese suministrada por ácidos grasos de cadena larga. Numerosos ensayos de alimentación han confirmado esta hipótesis (Bines et al., 1978).

En la medida en que el balance de ácidos grasos ruminales activos suministrados sea adecuado, la producción de metano disminuye al incorporar grasa a la ración. Por tanto, la eficiencia energética aumenta al suministrar grasa. Esto es más evidente en el caso de animales en lactación y durante el verano, ya que el menor incremento de calor asociado con la digestión favorece el consumo de energía productiva (Palmquist, 1996).

2.6. Uso de grasas en la alimentación de ovinos en finalización

Los lípidos se usan en dietas de rumiantes por tres razones: 1) El alto valor calórico de los lípidos puede ser útil para superar las limitaciones de energía, suministros en rumiantes de alto rendimiento. 2) Los lípidos pueden usarse para manipular la digestión y absorción de diferentes nutrientes. Por ejemplo, las grasas pueden limitar la acidosis ruminal y contenido de grasa de leche deprimido resultante de dietas bajas en fibra y carbohidratos. La ingesta de lípidos también puede alterar la proporción de ácidos grasos particulares en la carne o la grasa láctea más deseable para la industria alimentaria o para consumo por humanos. 3) Algunos lípidos vegetales o animales son piensos de bajo precio que puede ser de interés en la formulación de dietas para rumiantes (Chilliard, 1993).

La grasa de la dieta tiende a disminuir la concentración de amoníaco en el rumen sin modificar el flujo duodenal de nitrógeno no amoniacal. A pesar de ello no reduce la síntesis de proteína microbiana a nivel ruminal. El uso de grasa mantiene constante la concentración energética de las dietas reduciendo al mismo tiempo el aporte de almidón fermentable y con ello el riesgo de acidosis ruminal por la fermentación de los carbohidratos no estructurales de los cereales y la producción de ácidos grasos volátiles, los cuales acidifican el medio (Palmquist, 1996).

2.6.1 Efecto de la adición de grasas al alimento sobre las características de la canal.

Awawdeh *et al.* (2009), realizaron un estudio en corderos alimentados con dos distintas fuentes de grasa, grasa amarilla (YG) y aceite de soya. En los resultados observaron que el incluir las fuentes de grasas antes mencionadas

tuvieron mayor peso corporal ($P < 0.01$) que aquellos alimentados con la dieta testigo (sin grasa). Los pesos de la canal caliente y fría fueron más altos ($P < 0.05$) para los corderos alimentados con la dieta de YG que los alimentados con dieta testigo, sin diferencias entre los valores de la dieta de aceite de soya y la dieta grasa amarilla. La proporción de grasa tendió ($P = 0.09$) a ser menor para los corderos alimentados con la dieta de aceite soya que para la dieta suplementada con YG. El peso del hombro, rack, lomo, pierna, no se vieron afectados por los tratamientos. En los componentes de la canal (es decir sin cabeza, patas, pulmón-tráquea, corazón, bazo, riñones, los pesos de los testículos y la grasa mesentérica) no fueron diferentes entre los tratamientos, excepto para la grasa de riñón, pelvis y corazón, que fueron más altos ($P \leq 0.07$) para el YG y el aceite de soja que el control.

Ramos *et al.* (2021), reportaron que con la inclusión de GT (0, 2, 4 y 6%) la proporción de grasa de riñón pelvis y corazón incrementaron de manera lineal (efecto lineal, $P < 0.01$) como respuesta al aumento de los niveles de suplementación de GT y por ende el nivel de energía de la dieta. No se reportaron efecto sobre las características de la canal (peso de canal caliente, porcentaje de grasa, área del ojo de la costilla y espesor de grasa dorsal) y la composición tisular no se vio afectada por el nivel de suplementación de GT.

Por otra parte, Estrada *et al.* (2017), reportaron en un estudio donde se evaluaron las características de la canal en ovinos con la inclusión de aceite de *Jatropha Curcas* en niveles de 0, 2, 4 y 6%, no hubo efectos sobre el peso de canal caliente, área del ojo de la costilla y grasa de riñón, pelvis y corazón. Sin embargo, a medida que aumento el nivel de inclusión de aceite de *Jatropha Curcas* se disminuyó el rendimiento de canal caliente y aumentó el espesor de la grasa dorsal.

En otro estudio Bhatt *et al.* (2010), no reportaron efectos sobre las variables de peso de canal caliente y fría, área del ojo de la costilla, espesor de la grasa dorsal y la grasa de riñón, pelvis y corazón cuando evaluaron el nivel de inclusión de aceite de coco (0, 2.5, 5.0 y 7.5%) en ovinos. Por otra parte, Plascencia *et al.* (1999), al evaluar el nivel de suplementación de grasa 0, 5% (GT), 5% (2.5% GT y 2.5% YG) y 5% YG, en becerros en fase de finalización, reportaron aumentos sobre el peso

de la canal caliente en un 4 %, del 1% en el rendimiento en canal y de un 20% en la grasa de riñón, pelvis y corazón cuando la dieta contenía grasa suplementada.

2.6.2 Efecto de la adición de grasas sobre la composición tisular

Ligeros aumentos en el espesor de la grasa de la canal, son consistentes con la suplementación con lípidos en la dieta. Por ejemplo, en la producción de carneros y corderos Suffolk x Hampshire alimentados con dietas altas en forraje que contenía aceite de palma presentaron mayor cantidad de grasa subcutánea, grasa de riñón y pelvis que los corderos alimentados sin aceite (Solomon *et al.*, 1992; Lough *et al.*, 1993; Santos-Silva *et al.*, 2004).

2.6.3 Variables de cuerpo vacío

De acuerdo a Hernández-Bautista *et al.* (2009), la dieta no tiene efecto significativo sobre el peso de los órganos expresados como una porción del peso vacío, sino que, el peso de los órganos es afectado por la edad y peso de los animales. Por lo tanto, el rendimiento de la canal es mayor cuando los órganos pesan menos, así como el contenido digestivo el cual, guarda una alta relación con la presentación del alimento, de ahí que la disminución en la relación concentrado-forraje reduce la masa de la canal linealmente.

Sin embargo, Kugler (2005), menciona que la alimentación con concentrados reduce el peso del omaso y del rumen y aumenta el del intestino delgado, los órganos y la grasa visceral. Aquí la importancia de medir estas variables debido que el peso de la canal, el peso de las vísceras y el contenido gastrointestinal son factores decisivos a la hora de determinar el rendimiento de las canales, ya que algunos estudios han demostrado que las canales de los animales que han sido alimentados a base de concentrado tienden a depositar más grasa que los alimentados sin concentrado sin importar el peso vivo.

Peso de cuerpo vacío: representa el peso vivo al sacrificio menos el peso total de la digesta contenida en el tracto gastrointestinal

Tracto gastrointestinal lleno: El complejo del estómago lo conforman los pesos (con el contenido digestivo) del rumen, retículo, omaso y abomaso (Swatland, 2004; Neville *et al.*, 2008).

Masa órgano visceral: está compuesta por la suma de todos los componentes viscerales, como lo son el complejo estomacal, el intestino delgado, el intestino grueso, el hígado, los pulmones y el corazón, incluyendo el contenido digestivo.

Actualmente y dado a que existe poca información documentada disponible acerca de los efectos asociativos de la suplementación de la grasa de trampa como ingrediente energético en las dietas de finalización de ovinos sobre los órganos que se involucran en la digestión y considerando las características fisicoquímicas de la misma, se ha hecho necesario estudiar los efectos de su uso sobre las características de la canal, la composición tisular y variables de cuerpo vacío.

II. HIPÓTESIS

La suplementación de diferentes fuentes de grasa no afecta las variables de características de la canal, composición tisular y peso de cuerpo vacío de ovinos alimentados con dietas de finalización.

III.OBJETIVO

Determinar el efecto de la suplementación de diferentes fuentes de grasa sobre las características de la canal, composición tisular y peso de cuerpo vacío de ovinos alimentados con dietas de finalización.

IV.MATERIALES Y METÓDOS

5.1. Localización del Área de Estudio

El trabajo se llevó a cabo en la “Unidad Experimental para Engorda de Pequeños Rumiantes”, ubicado en las instalaciones de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa, localizada a un km al oriente, del km 3.5 por la carretera federal número 15 tramo Culiacán – Mazatlán, en Culiacán, Sinaloa. Geográficamente la ciudad de Culiacán se localiza a 20° 48’ latitud Norte y 107° 23’ longitud Oeste, a una altura de 60 m sobre el nivel del mar, una temperatura media anual de 24.8 °C, con 33.3 y 16.3 °C como temperaturas máximas y mínimas promedio; precipitación pluvial promedio anual de 675 mm, con lluvias en verano (julio a septiembre), el clima de la región se clasifica como cálido semi-seco (INEGI, 2009).

5.2. Manejo y Características de los animales

Se llevó a cabo un experimento evaluando diferentes fuentes de grasas, con una duración de 84 días, donde se utilizaron 24 ovinos machos Pelibuey x Katahdin con un peso vivo inicial promedio de 27 kg. A la reciba de los animales fueron alimentados con una dieta alta en forraje y con agua a libre acceso. Pasado un periodo de adaptación los animales fueron tratados contra parásitos internos con Closantil 5% (7.5 mg/kg, Closantel, Ciudad de México, México) y aretados para su identificación. Para la asignación de los ovinos y los tratamientos se utilizó un diseño de bloques completos al azar, empleando el peso vivo inicial como criterio de bloqueo. Los pesajes se realizaron los días 0, 28, 56 y 84.

5.3. Alimentación con las dietas experimentales

Se asignaron cuatro tratamientos los cuales consistieron en 3 diferentes fuentes de grasas: **T1)** Testigo (0% de grasa), **T2)** 4% de sebo de res, **T3)** 4% de grasa amarilla **T4)** 4% de grasa de trampa. La composición de las dietas está descrita en el Cuadro 4. El alimento fue administrado en dos horarios (8:00 y 17 horas) en cantidad equivalente al 3 % de su peso vivo inicial, dicha cantidad fue ajustada gradualmente conforme al sobrante o faltante ofrecido al animal el día anterior.

Cuadro 4. Composición de las dietas integrales con diferentes fuentes de grasas

Composición de ingredientes (%)	TRATAMIENTOS ^a			
	Testigo	Sebo	Grasa Amarilla	Grasa de Trampa
Heno de Sudan	8.0	8.0	8.0	8.0
Maíz Quebrado	67.00	63.00	63.00	63.00
Pasta de Soya	10.50	10.50	10.50	10.50
Sebo	-----	4.00	-----	-----
Grasa Amarilla	-----	-----	4.00	-----
Grasa Trampa	-----	-----	-----	4.00
Melaza de Caña	9.00	8.85	8.85	8.85
Urea	0.40	0.55	0.55	0.55
Zeolita	3.00	3.00	3.00	3.00
Premezcla Mineral ^b	2.50	2.50	2.50	2.50
Composición de la dieta^c (BMS)				
PC, %	13.85	13.88	13.90	13.86
FDN	14.65	13.65	13.77	13.55
Extracto Etéreo, %	3.10	6.94	6.83	5.61
Concentración de energía neta (MCal/kg)^d				
Energía Neta (MCal/kg)				
Mantenimiento	1.97	2.13	2.13	2.13
Ganancia	1.33	1.46	1.46	1.46

^a Composición química de las fuentes de grasas: 1) Sebo (grasa animal): humedad, 0,28%, impurezas, 0,32%, ácidos grasos totales, 90,70%; 2) grasa amarilla (grasa de restaurante): humedad, 1,56%, impurezas, 0,80% de ácidos grasos totales, 88,50%; 3) grasa de plancha (trampa-grasa): humedad, 16,48%, impurezas, 3,05% y ácidos grasos totales 79,80%. Las muestras de grasas fueron analizadas por Laboratorios de Análisis Industriales, Culiacán Sinaloa, México.

^b Premezcla mineral contenida: Calcio, 28%; Fósforo, 0,55%; Magnesio, 0,58%; Potasio, 0,65%; NaCl, 15%; vitamina A, 1.100 UI / kg; vitamina E, 11 UI / kg.

^c La composición de la dieta se determinó analizando las submuestras recolectadas y compuestas a lo largo del experimento. La precisión se aseguró mediante una replicación adecuada con la aceptación de valores medios que estaban dentro del 5% entre sí.

^d Basado en valores tabulares de energía neta (NE) para los ingredientes individuales del alimento (NRC, 2007).

5.4. Determinación de características de la canal, cortes primarios y composición tisular

Características de la canal

Al finalizar el periodo de alimentación, los animales fueron trasladados al rastro municipal. Después de un periodo de descanso (18 horas), fueron pesados antes del sacrificio, posterior a eso mediante degüello se les dio sacrificio. El

proceso para la obtención de las canales, fue el que se realiza de manera normal en el rastro. Durante el proceso se obtuvo el peso de la canal caliente. Al finalizar, las canales fueron colocadas en un cuarto frío y refrigeradas por un periodo de 24 horas a una temperatura de 2 °C; posterior a eso, se obtuvo el peso de la canal fría y se trasladaron a la sala de cortes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UAS, donde se procedió a obtener las características de la canal de la siguiente manera: rendimiento en canal expresado en %, área del ojo de la costilla en cm² tomado por medición directa del ojo de la costilla del músculo seccionado transversalmente a la altura de la 12va y 13va costilla, espesor de grasa dorsal en cm sobre el músculo *longissimus dorsi* con la ayuda de un vernier digital medido a $\frac{3}{4}$ de la longitud lateral a la altura del sacro, la grasa en riñón, pelvis y corazón se obtuvo de manera manual, pesada y registrada en gramos (USDA, 1982).

Composición Tisular

La composición tisular se evaluó mediante la disección física siguiendo el procedimiento de Luaces *et al.* (2008). Se seleccionaron las paletas izquierdas de cada canal en base al corte estandarizado (IMPS 200) de acuerdo al procedimiento de USDA (1982). Se registró el peso de las paletas, posteriormente se procedió a la separación de los tejidos, músculo, grasa y hueso del corte mediante disección física, una vez concluida, se registró el peso para cada uno de los tejidos.

Variables de cuerpo vacío

Las variables de cuerpo vacío se obtuvieron con la siguiente metodología: El peso de los órganos se registraron en base fresca (datos previos sugieren una mínima variación entre los pesos frescos o secos para la masa visceral; Neville *et al.*, 2008; Partida y Martínez, 2010). El peso de los órganos se expresó como gramos de tejido fresco/kg de peso final vacío (PFV). La separación de los órganos se realizó en un espacio especializado en rastro. Primeramente, se identificó con el número del borrego los órganos con un marcador especial para carnes, posteriormente se separó el bazo, el complejo estomacal, los intestinos, la grasa mesentérica y la grasa omental para ser pesados. Ya pesados se procedió al vaciamiento, retirando el contenido gastrointestinal del rumen e intestinos, se

lavaron tratando de eliminar todo el contenido, se pesó y se registró de manera individual.

El PVF representa el peso vivo final menos el total del peso del contenido gastrointestinal. La masa visceral llena se calculó mediante la suma de todos los componentes del tracto (complejo estomacal + intestino delgado + intestino grueso + hígado + pulmones + corazón) incluyendo el contenido digestivo. El complejo estomacal vacío se calculó sumando los pesos del rumen, retículo, omaso y abomaso libres de contenido gastrointestinal.

5.5. Análisis estadístico

El experimento se analizó como un diseño de bloques completos al azar, tomando como criterio de bloqueo el peso vivo inicial, siendo el ovino la unidad experimental, correspondiendo a 6 réplicas por tratamiento. Se fijó un nivel máximo de α de 0.05 para aceptar diferencia estadística entre tratamientos en el análisis de varianza.

El modelo Experimental fue el siguiente:

$$y_{ij} = \mu + \beta_i + t_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = es la variable de respuesta,
 μ = es el promedio general,
 β_i = es el efecto del bloque,
 t_j = es el efecto de tratamiento,
 ε_{ij} = es el error experimental (Martínez, 1988)

Para la comparación de medidas de tratamientos se utilizó la prueba de Tukey. Las diferencias significativas se consideraron cuando el valor P fue ≤ 0.05 .

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los efectos de los tratamientos sobre las características de canal, composición tisular y peso de cuerpo vacío se muestran en los Cuadros 5 y 6.

Cuadro 5. Efecto de la suplementación de diferentes fuentes de grasa sobre las características de la canal y composición tisular de ovinos en etapa de finalización

	Tratamientos ¹				EEM
	Testigo	Sebo	Grasa Amarilla	Grasa trampa	
Réplicas	6	6	6	6	
Peso canal caliente, kg	26.98	26.40	27.50	26.15	0.679
Rendimiento de canal, %	56.63	56.12	56.91	56.04	0.524
AOC, cm ²	19.11	18.32	18.39	18.71	0.710
Espesor grasa dorsal, cm	1.47 ^a	1.88 ^b	1.92 ^b	1.83 ^b	0.067
GRPC	1.94 ^a	2.28 ^b	2.36 ^b	2.47 ^b	0.114
Composición de la paleta (%)					
Músculo	62.04	62.22	61.98	61.76	0.385
Grasa	19.13	19.47	19.37	19.82	0.541
Relación músculo-grasa	3.25	3.20	3.22	3.17	0.104

¹Testigo = sin grasa suplementaria; 2) 4% de sebo; 3) 4% de grasa amarilla suplementaria y 4% de residuos de grasa de trampa.

^{a,b} Las medias en la misma fila con diferentes literales difieren estadísticamente (P<0.05).

EEM = Error estándar de la media

AOC= Área del ojo de la costilla

GRPC= Grasa de riñón, pelvis y corazón

No se observaron diferencias significativas en el peso de canal caliente, rendimiento de canal, el área del ojo de la costilla y en la composición de la paleta (Cuadro 5). La ausencia de efectos en las variables antes mencionadas es coherente con estudios anteriores (Bath *et al.* 2011; Pinto *et al.* 2011; Ferreira *et al.* 2014). Por otra parte, en un estudio realizado por Awawdeh *et al.* (2009), obtuvieron que los pesos de la canal fría y caliente fueron más altos para los corderos alimentados con la dieta de YG comparado con la dieta testigo.

Se obtuvo mayor espesor de grasa dorsal para los tratamientos con suplementación de grasa comparada con el grupo testigo, pero sin diferencias entre las fuentes de grasa. Efecto similar se reportó en la variable de grasa renal, pélvica y cardíaca para los animales suplementados con las distintas fuentes. Estos resultados coinciden con un estudio realizado con corderos Suffolk × Hampshire

alimentados con aceite de palma, en el cual se informó una mayor cantidad de grasa subcutánea, riñones, pelvis y corazón que los corderos alimentados con la dieta testigo (sin aceite suplementario) (Solomon *et al.*, 1992; Lough *et al.*, 1993; Santos-Silva *et al.*, 2004).

Cuadro 6. Efecto de los tratamientos sobre la masa de órganos viscerales

	Tratamientos ¹				EEM
	Testigo	Sebo	Grasa Amarilla	Grasa trampa	
PCV (% peso total)	93.09	92.52	93.08	92.71	0.311
Masa visceral, g/kg	56.63	56.12	56.91	56.04	0.524
Complejo estomacal ²	27.14	27.08	26.64	26.78	0.854
Intestinos ³	42.61	43.46	43.78	43.65	1.396
Corazón más pulmones	20.94	19.21	19.60	21.23	0.883
Hígado más bazo	18.64	18.29	17.55	18.32	0.740
Riñón	2.37	2.38	2.30	2.49	0.098
Grasa omental	26.29 ^a	32.89 ^b	32.56 ^b	30.03 ^b	1.141
Grasa mesentérica	4.31 ^a	5.49 ^b	5.20 ^{ab}	4.60 ^{ab}	0.337
Grasa visceral	30.59 ^a	38.38 ^b	37.75 ^{bc}	34.62 ^c	1.177

PCV = peso corporal vacío

^{a,b,c} Las medias en la misma fila con diferentes literales son diferentes significativamente ($P < 0.05$).

¹ Testigo = sin grasa suplementaria; 2) 4% de sebo; 3) 4% de grasa amarilla suplementaria y 4% de residuos de grasa de trampa.

² Complejo de estómago = (rumen + retículo + omaso + abomaso), sin digesta.

³ Intestino delgado y grueso sin digesta.

No se observaron diferencias significativas entre las variables de cuerpo vacío, peso del complejo estomacal, intestinos, corazón, pulmones, hígado, bazo y riñón entre tratamientos. Sin embargo, para el caso de la grasa omental se observaron diferencias significativas entre el grupo testigo y los tratamientos suplementados con grasa (26.29 vs 31.82).

Todas las fuentes de grasa probadas no afectaron a la masa de los órganos viscerales (expresada como peso de los órganos, g/kg de peso corporal), pero aumentó ($P \leq 0.03$) la grasa visceral (Cuadro 6). En los regímenes de alimentación no restringidos, los principales factores que influyen en el incremento de la masa de órganos viscerales parece ser la fibra dietética (Sainz y Bentley 1997) y la ingesta de proteínas (Fluharty y McClure 1997). En este experimento, las dietas experimentales contenían una concentración de PC y FDN muy similar (Cuadro 4) y se consumieron a niveles similares. Por lo tanto, el aumento de la grasa visceral

es un reflejo de una mayor ingesta de energía (Soares et al. 2012; Estrada et al. 2017). En consecuencia, los aumentos de grasa visceral fueron más evidente para las grasas convencionales que para la GT (38.05 frente a 34.62%).

VI. CONCLUSIÓN

El uso de diferentes tipos de grasa como fuente de energía en la alimentación de ovinos en finalización no modifica las características de canal, composición tisular y peso de cuerpo vacío cuando se compara con ovinos sin suplemento de grasas, modificando únicamente lo relacionado en la proporción en la deposición de grasa en el cuerpo del animal.

Grasa de trampa puede ser una alternativa como ingrediente energético para dietas de finalización, siendo parte de un uso racional de un residuo que, de no darle un adecuado manejo se convierte en un fuerte contaminante ambiental.

VII. LITERATURA CITADA

- AFOA.1999. Trading and Arbitration Rules. American Fats and Oils Association. New York, EEUU. pp. 34-36.
- Awawdeh S, Obeidat S, Hananeh M. (2009). Effects of yellow grease or soybean oil on performance, nutrient digestibility and carcass characteristics of finishing Awassi lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 153(3-4), 216–227. doi:10.1016/j.anifeedsci.2009.06.013
- Bhatt, R. S., Soren, N. M., Tripathi, M. K., & Karim, S. A. (2011). Effects of different levels of coconut oil supplementation on performance, digestibility, rumen fermentation and carcass traits of Malpura lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 164(1-2), 29–37. doi:10.1016/j.anifeedsci.2010.11.021.
- Baldwin, B. R., Forsberg, N. E., & Hu, C. Y. 1985. Potential for Altering Energy Partition in the Lactating Cow. *Journal of Dairy Science*, 68(12), 3394–3402. doi:10.3168/jds.s0022-0302(85)81252-2.
- Bauchart, D. 1993. Lipid absorption and transport in ruminants. *J. Dairy Sci.* 76: 3864-3881.
- Beam, T.M., T.C. Jenkins, P.J. Moate, R.A. Khon, and D.L. Palmquist. 2000. Effects of amount and source of fat on the rates of lipolysis and biohydrogenation of fatty acids in ruminal contents. *J. Dairy Sci.* 83:2564-2573.
- Bines, JA, Brumby, PE, Storry, JE, Fulford, RJ y Braithwaite, GD. 1978. "El efecto de los lípidos protegidos sobre la ingesta de nutrientes, los metabolitos de sangre y rumen y la secreción de leche en las vacas lecheras durante la lactancia temprana", *The Journal of Agricultural Science*, Cambridge University Press, 91 (1), págs. 135-150. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859600056690>
- Brandt RTJr, Anderson SJ. 1990. Supplemental fat source affects feedlot performance and carcass traits of finishing yearling steers and estimated diet net energy value. *J. Anim. Sci.* 68: 2208-2216.
- Bobadilla, E., Flores, P., Perea, M. 2017. Comercio exterior del sector ovino mexicano antes y después del Tratado de Libre Comercio con América del Norte. *Economía y Sociedad*, vol. XXI, pp. 35-49.

- Castro, J., Guerrero, A. 2010. Ovinocultura para pequeños y medianos productores en la Península de Yucatán. Mayo 18, 2019, de FIRA Sitio web: [file:///C:/Users/America-Esme/Downloads/010%20-%20Ovinocultura para peque%C3%B1os y medianos productores en la Pen%C3%ADnsula de Yucat%C3%A1n.pdf](file:///C:/Users/America-Esme/Downloads/010%20-%20Ovinocultura%20para%20peque%C3%B1os%20y%20medianos%20productores%20en%20la%20Pen%C3%ADnsula%20de%20Yucat%C3%A1n.pdf)
- Chilliard, Y. 1993. Dietary Fat and Adipose Tissue Metabolism in Ruminants, Pigs, and Rodents: A Review. *Journal of Dairy Science*, 76(12), 3897–3931. doi:10.3168/jds.s0022-0302(93)77730-9.
- Church D. y Pond W. 2004. *Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales*. 2° edición. Limusa Willey. México. Pp 115-128. ISB: 968-18-5299-0.
- Clary EM, Brandt TRJr, Harmon DL, Nagaraja TG. 1993. Supplemental fat and ionophores in finishing diets: Feedlot performance and ruminal digesta kinetics. *J. Anim. Sci.* 71: 3115-3123.
- Contreras, S., López, P. 2009. EL DISEÑO DE BLOQUES AL AZAR EN LA INVESTIGACIÓN
- Cruz, R., Benítez, M., Gaona, C. 2010. *Manual de Producción Ovina* Dr. Mayo 20, 2019, de Organización panorámica de la salud Sitio web: https://www.paho.org/par/index.php?option=com_docman&view=download&alias=163-manual-de-produccion-ovina&category_slug=ambiente-y-desarrollo&Itemid=253
- Cuvelier C, Cabaraux JF, Dufrasne I, Hornick JL, Istasse L. 2004. Acides gras: nomenclature et sources alimentaires. *Ann. Med. Vet.* 148: 133-140.
- Duarte, J., Ramírez, G. and Castañeda, R. 2016. Grasa sobrepasante: Aplicaciones y su proceso de obtención para la alimentación de rumiantes en el trópico. [online]. Available at: <https://www.recia.edu.co/index.php/recia/article/view/192/233> [Accessed 14 Nov. 2019].
- Estrada, Alfredo & Félix-Bernal, José & Angulo-Escalante, Miguel & Muy, Dolore & Castro-Pérez, Beatriz & Ríos, Francisco & Cerrillo, Andrea & Zinn, Richard & Plascencia, Alejandro. (2017). Effect of oil supplementation extracted from nontoxic purging nut (*Jatropha curcas* L) on carcass traits, tissue composition, muscle CLA concentration, and visceral mass of feedlot lambs. 49. 1-7.

Haaland GL, Matsushima JK, Jhonson DE, Ward GM. 1981. Effect of replacement of corn by protected tallow in a cattle finishing diet on animal performance and composition. *J. Anim. Sci.* 52: 696-702.

Hatch CF, Perry TW, Mohler MT, Beeson WM. 1972. Effect of added fat with graded levels of calcium and urea-containing rations for beef cattle. *J. Anim. Sci.* 34: 483-487.

Hernandez- Bautista., Gomez, V., Nuñez, G., Rios, R., Mendoza, M., Garcias, M., Villegas, A., Hernández, S y Joaquín, T. 2009. Rendimiento de la canal y de los componentes no cárnicos de toretes pardo suizo x cebú en tres sistemas de alimentación en clima cálido húmedo. *Universidad y Ciencias.* Vol. 25, n. 2. Disponible

en:http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018629792009000200007

IMPS. 2009. Institutional Meat Purchase Specifications. For Fresh Lamb and Mutton Serie 200. USDA. Washington, D.C. 1996:136.

INEGI. Instituto Nacional de estadística y geografía. 2009. www.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2016/702825083687.pdf

Jenkins, T.C. 1993. Lipid metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.* 76:3851-3863.

Johnson, R.; McClure, (K. 1973). High Fat Rations for Ruminants II. Effects of Fat Added to Corn Plant Material Prior to Ensiling on Digestibility and Voluntary Intake of the Silage. *Journal Animal Science* 36:397-406.

Krehbiel CR, McCoy RA, Stock RA, Klopfenstein TJ, Shain DH, Huffman RP. 1995. Influence of grain type, tallow level, and tallow feeding system on feedlot cattle performance. *J. Anim. Sci.* 73: 2916-2921.

Luaces, M.L.; Calvo, C; Fernández, B.; Fernández, A.; Viana, J.L. and Sánchez, L. 2008. Predicting equation for tisular composition in carcass of Gallega breed lambs. *Arch Zootec*, 57: 3-14.

Lough S, Solomon B, Rumsey S, Kahl S, Slyter 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.* 71, 1171–1176.

Martínez L, Pérez M, Pérez L, Gómez G. 2010. "DIGESTIÓN DE LOS LÍPIDOS EN LOS RUMIANTES: UNA REVISIÓN." *Interciencia*, Vol. 35, núm.4, pp.240-246 [Consultado: 5 de Diciembre de 2019]. ISSN: 0378-1844. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=339/33913156002>

Morand-Fehr M, Tran G. 2001. La fraction lipidique des aliments et les corps gras utilisés en alimentation animale. *INRA Prod. Anim.* 14: 285-302.

Neville, T.L.; Ward, M.A.; Reed, J.J.; Soto-Navarro, S.A.; Julius, S.L.; Borowicz, P.P.; Taylor, J.B.; Redmer, D.A.; Reynolds, L.P. and Caton, J.S. 2008. Effects of level and source of dietary selenium on maternal and fetal body weight, visceral organ mass, cellularity estimates, and jejunal vascularity in pregnant ewe lambs. *J Anim Sci*, 86: 890-901

Ngidi ME, Loerch SC, Fluharty FL, Palmquist DL. 1990. Effect of calcium soaps of long-chain fatty acids on feedlot performance carcass characteristics and ruminal metabolism in steers. *J. Anim. Sci.* 68: 2555-2565.

Nora-Kugle. 2005. El peso vivo, el llenado y el desbaste. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/comercializacion/41-peso_vivo.pdf&ved=2ahUKEwjOif_0mfDvAhVCEkKwKHbLAAfkQFjAAegQIBBAC&usg=AOvVaw2A6qGGSHltJg08En3x5V8t

Noble, R.C. 1978. Digestion, absorption and transport of lipids. *Prog. Lipid Res.* 17: 55-91.

NRC. 1996. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. 7th ed. National Academy of Sciences Press. Washington, DC, EEUU. pp. 133-146.

Palmquist, D. 1994. The role of dietary fats in efficiency of ruminants. *J. Nutr.* 124:1377.: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8064387>

Palmquist, D. 1996. UTILIZACIÓN DE LIBIDOS EN DIETAS DE RUMIANTES. [online]. Available at: <http://file:///C:/Users/esmer/Downloads/utideli.pdf> [Accessed 20 Dec. 2019].

Partida, P.J.A. and Martínez, L.R. 2010. Body composition in Pelibuey lambs in terms of feed energy concentration and slaughter weight. *Rev Vet Mex*, 41: 177-190.

Partida, J., Braña, D., Jiménez, H., Ríos, F., Buendía. 2013. Producción de Carne Ovina. Ajuchitlán, Qro: ISBN: 978-607-37-0036-8.

Plascencia, A, Estrada M, Zinn RA. 1999. Influence of free fatty acid content on the feeding value of yellow grease in finishing diets for feedlot cattle. J. Anim. Sci. 77: 2603-2609.

Plascencia A, Mendoza D, Vásquez C, y Zinn R. 2005. "Factores que influyen en el valor nutricional de las grasas utilizadas en las dietas para bovinos de engorda en confinamiento: una revisión." *Interciencia*, Vol. 30, núm.3, pp.134-142 [Consultado: 5 de Diciembre de 2019]. ISSN: 0378-1844. Disponible en : <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=339/33910204>.

Plascencia, J. A., Estrada, M., Zinn, R.A. 1999. Influence of free fatty acid content on the feeding value of yellow grease in finishing diets for feedlot cattle. J. Anim. Sci. 77:2603-2609.

Plascencia A, Mendoza D, Vásquez C, Zinn A. 2003. Relationship between body weight and level of fat supplementation on fatty acid digestion in feedlot cattle. J. Anim. Sci. 81: 2653-2659.

Plascencia A, Álvarez EG, Montano MF, Machado M, Rodríguez S, Ware RA, Zinn RA. 2002. Influence of level of intake on the comparative feeding value of fat in finishing diets for feedlot cattle. *Proc. West. Sect. Am. Soc. Anim. Sci.* 53: 613-618.

Ramos-Méndez JL, Estrada-Angulo A, Rodríguez-Gaxiola MA, Gaxiola-Camacho SM, Chaidez Álvarez C, Manriquez-Núñez OM, Barreras A, Zinn RA, Soto-Alcalá J, Plascencia A (2021) Grease trap waste (griddle grease) as feed ingredient for finishing lambs: growth performance, dietary energetics, and carcass characteristics. *Can J Anim Sci.* 101:257-262. <https://doi.org/10.1139/cjas-2020-0102>.

SWATLAND, H.J. (2004). Meat cuts and muscle foods. 2nd edition. Nottingham: Nottingham University Press. 258 p.

Santos J, Mendes A, Portugal V, Bessa B. 2004. Effect of particle size and soybean oil supplementation on growth performance, carcass and meat quality and fatty acid composition of intramuscular lipids of lambs. *Livest. Prod. Sci.* 90, 79–88.

- Serrano H, Calle R, (2014). Lípidos: Características principales y su metabolismo. *Revista de actualización clínica* 41:2142 – 2145.
- Silva M, Rodrigues M, Branco H. 2007. Suplementação de lipídios em dietas para cabras em lactação: consumo e eficiência de utilização de nutrientes. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36 (1):257-267.
- Solomon B, Lynch P, Lough S. 1992. Influence of dietary palm oil supplementation on serum lipid metabolites, carcass characteristics, and lipid composition of carcass tissues of growing ram and ewe lambs. *J. Anim. Sci.* 70, 2746–2751.
- Wachira M, Sinclair G, Wilkinson K, Hallett M, and Wood j. 2000. Rumen biohydrogenation of n-3 polyunsaturated fatty acids and their effects on microbial efficiency and nutrient digestibility in sheep. *J. Agric. Sci.* 135: 419-428.
- Yokoyama T, and Johnson A. 1988. Microbiology of rumen and intestine. Pag 125 in the ruminant animal: Digestive physiology and nutrition. D.C. Church, ed. Prentice-Hall, New Jersey.
- Zinn RA. 1989. Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diets for steers: Feedlot cattle growth performance *J. Anim. Sci.* 67: 1029-1037.
- Zinn RA. 1994. Effects of excessive supplemental fat on feedlot cattle growth performance and digestive function. *Prof. Anim. Sci.* 10: 66-72.
- Zinn RA, Plascencia A. 2004. Future of tallow as an ingredient in livestock diets. 24th Western Nutrition Conference. Saskatoon, Saskatchewan, Canada. pp. 21-27.
- Zinn RA, A. Plascencia, A. 2007. Feed value of supplemental fats used in feedlot cattle diets. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 23: 247–268.
- Zinn RA, Gulati K, Plascencia A, Salinas J. 2000. Influence of ruminal biohydrogenation on the feeding value of fat in finishing diets for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 78: 1738-1746.