

COLEGIO DE POSTGRADUADOS

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS**

CAMPUS MONTECILLO

**POSTGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GANADERÍA**

**FINALIZACIÓN DE BORREGOS PELIBUEY
UTILIZANDO DIETAS CON DIFERENTES NIVELES
DE ALFALFA: RESPUESTA EN PRODUCCIÓN Y
CALIDAD DE LA CARNE**

VERÓNICA RESÉNDIZ CRUZ

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2011

La presente tesis titulada “**Finalización de borregos Pelibuey utilizando dietas con diferentes niveles de alfalfa: respuesta en producción y calidad de la carne**”, realizada por la alumna **Verónica Reséndiz Cruz**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRA EN CIENCIAS
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GANADERÍA**

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



Dr. OMAR HERNÁNDEZ MENDO

ASESOR



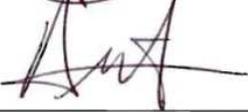
Dra. MARÍA ISABEL GUERRERO LEGARRETA

ASESOR



Dr. JAIME GALLEGOS SÁNCHEZ

ASESOR



Dr. PEDRO ARTURO MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

ASESOR



MC. CARLOS SÁNCHEZ DEL REAL

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Enero, 2011

RESUMEN GENERAL

FINALIZACIÓN DE BORREGOS PELIBUEY UTILIZANDO DIETAS CON DIFERENTES NIVELES DE ALFALFA: RESPUESTA EN PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA CARNE

Verónica Reséndiz Cruz, MC.

Colegio de Postgraduados, 2011

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de incluir diferente nivel de alfalfa en la dieta de borregos, en la respuesta productiva y calidad de la carne. El estudio se dividió en dos etapas. La primera consistió en la evaluación del comportamiento productivo, y la segunda, en la evaluación del aspecto físico-químico y el perfil de ácidos grasos de la carne. Se utilizaron 36 borregos machos de la raza Pelibuey, con peso inicial promedio de 22 kg y 5 meses de edad, distribuidos homogéneamente en 4 grupos de 3 animales cada uno, con 3 repeticiones por grupo, y sacrificados a peso promedio de 38 kg. Los grupos fueron asignados al azar a cada uno de cuatro tratamientos evaluados: 0, 20, 30 y 40 % base seca de alfalfa. En la primera etapa, se evaluó consumo de alimento, ganancia de peso, conversión y eficiencia alimenticia, rendimiento de canal en caliente y frío, rendimiento biológico en caliente y frío, y pH de la canal 24 horas post-mortem, además de la digestibilidad *in situ* de la materia seca (MS) de las dietas. En la segunda etapa, se evaluó la composición química de la carne, color, resistencia al corte en carne cruda y cocida, actividad de agua (Aw), capacidad de retención de agua (CRA) y perfil de ácidos grasos. En ambas etapas, se utilizó un Diseño Completamente al Azar, utilizando el Proc GLM (SAS, 1999) y la prueba de Tukey para comparación de medias. El consumo de MS aumentó ($P < 0.05$) de 1.19 a 1.39 kg MS/animal al incrementar el nivel de alfalfa de 20 a 40 %, a pesar que la digestibilidad de la MS de las dietas disminuyó. La ganancia diaria de peso, conversión y eficiencia alimenticia no fueron afectadas ($P > 0.05$) por el nivel de alfalfa. El peso y el rendimiento de la canal fueron similares entre tratamientos, con valores promedio de 19.3 kg y 54.4%, respectivamente. El contenido de extracto etéreo fue bajo ($P < 0.05$) en la carne de los animales que recibieron alfalfa en la dieta. El color fue similar entre tratamientos, excepto el índice rojo (a), que fue más intenso ($P < 0.05$) en la carne de

animales que no recibieron alfalfa. La resistencia al corte de la carne cruda y cocida, y la CRA, tampoco mostraron diferencias significativas ($P>0.05$), con valores promedios de 1.4, 2.5 kg/cm² y 18.5 ml/100 g de carne, respectivamente. La A_w fue mayor en la carne de los borregos alimentados con la dieta testigo ($P<0.05$). Del perfil de ácidos grasos, solo el mirístico, palmítico, palmitoleico, esteárico y oleico, fueron mayor ($P<0.05$) cuando los borregos no recibieron alfalfa, seguidos de aquéllos con 20, 30 y 40% de alfalfa; en tanto que el ALCc9 fue mayor ($P<0.05$) cuando se incluyó 20% de alfalfa en la dieta, seguido de aquéllos con 40, 30 y 0% de alfalfa. En general, la carne de animales que recibieron alfalfa, presentaron menor ($P<0.05$) cantidad de ácidos grasos, con mayor proporción de ácidos grasos insaturados, en comparación con aquéllos con la dieta testigo. Estos resultados sugieren que incluir alfalfa en la dieta de borregos, no ofrece ventajas en la ganancia de peso, sin embargo, es posible considerar hasta un 40 %, que podría ser atractivo económicamente para el productor, además, contribuye a mejorar la calidad de la carne, específicamente el perfil de ácidos grasos, y consecuentemente, podría ser una alternativa viable para satisfacer la demanda actual por un alimento de mejor calidad e inocuo.

Palabras clave: borregos Pelibuey, alfalfa, producción, carne, canal, calidad.

ABSTRAC

The objective of this study was to evaluate the effect of including different levels of alfalfa in diet on sheep animal performance and meat quality. It was done into two periods, 1) animal performance, and 2) meat quality and fatty acid profile evaluation. For this purpose, 36 Pelibuey male sheep were used indoors, with initial live weight mean of 22.0 kg. They were distributed homogeneously into 4 groups of 3 each, with 3 replicates per group, and then randomly assigned to each of the following treatments: 0, 20, 30 and 40 % dry basis of alfalfa. In period 1, dry matter intake(DMI), daily gain weight(DGW), feeding conversion(FC) and efficiency (FE), hot and cold carcass yield, biological hot and cold carcass yield, and carcass pH at slaughtering and 24h *post mortem*, and digestibility *in situ* of the diet, were evaluated. In period 2, chemical composition of the meat, color, shear strength in raw and cooked meat, water activity (Aw), holding water capacity (HWC) and fatty acid profile, were evaluated. In both cases, a Completely Random Design using Proc GLM was used, and a mean comparison was done using the Tukey test. There were not significant differences ($P>0.05$) between treatments on animal performance, except on dry matter intake, which increased ($P<0.05$) from 1.19 to 1.39 kg DM per animal when increasing alfalfa level from 20 to 40%, even though diets including alfalfa had less digestibility compared to the control one. DGW, FC and FE they were not affected ($P>0.05$) for the alfalfa level. The weight and carcass yield, were similar among treatments, with values average of 19.3 kg and 54.4%, respectively. The content of ether extract was lower ($P<0.05$) in the meat of the animals that received alfalfa in the diet. The color was similar between treatments except the red index (a), which was more intense ($P<0.05$) in meat from animals fed diets containing 0% alfalfa. The shear strength in raw and cooked meat, and the WHC, did not show significant differences ($P>0.05$), with average values of 1.4, 2.5 kg/cm² and 18.5 ml/100 g of meat, respectively. The Aw was higher in meat from sheep fed the control diet ($P<0.05$). Fatty acid profile, only myristic, palmitic, palmitoleic, stearic and oleic acids were higher ($P<0.05$) when sheep received not alfalfa, followed by those with 20, 30 and 40% alfalfa, while the CLA_{c9} was higher ($P<0.05$) when included 20% alfalfa in the diet, followed by those with 40, 30 and 0% alfalfa. In general, meat from animals fed alfalfa had lower ($P<0.05$) fatty acids, with a higher proportion of unsaturated fatty acids, compared with those with the control diet. Including alfalfa in the

sheep diet, offers no benefits on animal performance; however, including up to 40% of alfalfa, could be a viable feeding strategy, and from the economical point of view could be attractive, since it increases dry matter intake, also, it contributes as it helps to improve meat quality, specifically fatty acid profile and, consequently, is proposed as a viable alternative to meet current demand better quality food, and safe.

Key words: sheep Pelibuey, alfalfa, production, meat, carcass, quality.

DEDICATORIA

A mi madre **Virginia Cruz Oidor**, porque sin ella no estaría en este mundo, y por todo el amor y apoyo que me ha dado a lo largo de mi existencia.

A mi hija, **Diana Paola Vázquez Resendiz** por ser la niña más comprensiva y paciente durante todo el tiempo de la realización de esta investigación, pero sobre todo porque la amo y es mi motor para seguir adelante.

A mi esposo **Pablo Vázquez Baxcajay** por su apoyo que me brindo en todo momento, por su comprensión y paciencia, pero sobre todo porque sin él, esta investigación no hubiera llegado a su fin.

A mis hermanos, **Josafat, Martina, Felipe, Magdalena e Isabel** por su apoyo incondicional y su cariño que siempre me han mostrado, sobre todo en los momentos más difíciles de mi vida.

Y a toda la familia porque siempre están en mi mente y mi corazón.

Verónica

AGRADECIMIENTOS

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología** (CONACyT)-México, por la beca otorgada para realizar los estudios de Maestría.

Al Colegio de Postgraduados, por brindarme la oportunidad de estudiar la maestría.

Al Fideicomiso No. 167304 y la Línea 7 (Inocuidad, calidad de alimentos y bioseguridad), del Colegio de Postgraduados, por financiar parcialmente esta investigación

A la Universidad Autónoma Chapingo, por el apoyo para realizar la presente investigación.

Al Laboratorio de Bioquímica de Macromoléculas de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, por la realización de los análisis físico-químicos de la carne.

Al Instituto Nacional de Ciencias Medicas y Nutrición Salvador Zubirán, por la realización del perfil de ácidos grasos de la carne.

A todos los Doctores del programa de Ganadería del **Colegio de Postgraduados** por su experiencia transmitida para mi formación académica.

A los miembros del Consejo Particular, Dr. Omar Hernández Mendo, Dra. María Isabel Guerrero Legarreta, Dr. Jaime Gallegos Sánchez, Dr. Pedro A. Martínez Hernández y MC. Carlos Sánchez del Real, por su colaboración, dedicación y sugerencias para la realización de esta investigación y sobre todo por la confianza que depositaron en mí.

A Mario, por ser una de las personas que más me apoyo durante la fase experimental de la investigación.

A Isabel, por todo el apoyo que me brindo desinteresadamente durante mi estancia en el colegio.

A todas las personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de esta tesis.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN GENERAL	ii
ABSTRAC	iv
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
LISTAS DE CUADROS	x
INTRODUCCIÓN GENERAL	xi
BIBLIOGRAFIA	13
CAPITULO I. Comportamiento productivo en la engorda de borregos Pelibuey con diferente nivel de alfalfa en la dieta	16
RESUMEN	17
ABSTRACT	18
INTRODUCCIÓN	19
MATERIALES Y MÉTODOS	21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
Degradabilidad de las dietas	24
Comportamiento productivo	24
Rendimiento de canal	27
Análisis económico	29
CONCLUSIONES	31
AGRADECIMIENTOS	32
BIBLIOGRAFÍA	32
CAPITULO II. Calidad de la carne de borregos Pelibuey alimentados con diferente nivel de alfalfa en la dieta	39
RESUMEN	40
ABSTRACT	42
INTRODUCCIÓN	44
MATERIALES Y MÉTODOS	46
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49

Análisis químico de la carne -----	49
Características físico químicas de la carne -----	50
Perfil de ácidos grasos de la carne -----	53
Contenido total de los ácidos grasos de la carne -----	55
CONCLUSIONES -----	58
AGRADECIMIENTOS -----	59
BIBLIOGRAFÍA -----	59
CONCLUSIONES GENERALES -----	67

LISTAS DE CUADROS

CAPITULO I

	Página
Cuadro 1. Composición química e ingredientes de las dietas experimentales usados en la alimentación de borregos Pelibuey.-----	22
Cuadro 2. Degradabilidad <i>in situ</i> (%) de la materia seca de las dietas a seis diferentes horas de incubación -----	24
Cuadro 3. Parámetros de producción de ovinos Pelibuey con diferentes niveles de alfalfa en su dieta. -----	26
Cuadro 4. Rendimiento de la canal de borregos Pelibuey alimentados con diferentes niveles de alfalfa -----	28
Cuadro 5. Análisis económico por animal por concepto de alimentación (US dólares), con diferentes niveles de alfalfa para borregos. -----	30

CAPITULO II

Cuadro 1. Composición química e ingredientes de las dietas experimentales usados en la alimentación de corderos Pelibuey.....	47
Cuadro 2. Composición química (%) de la carne en borregos Pelibuey alimentados con diferentes niveles de alfalfa en su dieta.....	49
Cuadro 3. Características físico-químicas de la carne de borregos Pelibuey alimentados con diferente nivel de alfalfa.....	50
Cuadro 4. Composición de los ácidos grasos de la carne de borregos Pelibuey, alimentados con diferentes niveles de alfalfa en su dieta (mg/100g muestra).....	53
Cuadro 5. Contenido total de los ácidos grasos de la carne de borregos pelibuey, alimentados con diferentes niveles de alfalfa en su dieta.....	55

INTRODUCCIÓN GENERAL

La producción ovina en México tiene como objetivo principal la obtención de carne para el consumo humano (López *et al.*, 2000), y dada la demanda del producto, recientemente se ha propiciado mayor desarrollo de la ovinocultura en diferentes regiones del país, donde las razas de pelo, como la Pelibuey, han cobrado importancia dada sus características favorables de rusticidad, manejo y productividad (Medrano, 2000; Morales *et al.*, 2004). Sin embargo, la demanda nacional de carne ovina no se ha logrado cubrir, por lo que ha sido necesaria su importación (SAGARPA, 2010). Además, la explotación ovina, como las otras, enfrenta el problema del alto costo de producción por concepto de alimentación, especialmente en los sistemas intensivos, donde los granos son la base de la alimentación (Pérez *et al.*, 2010). Por lo que los forrajes se presentan como una alternativa viable en la alimentación de rumiantes, por la capacidad que tienen de convertir el material fibroso en producto para consumo humano, como la carne (Martin y Rogers, 2004), y donde la alfalfa ocupa un espacio preponderante, por ser una especie forrajera con alto potencial productivo, y que en la última década la producción de materia seca a nivel nacional, aumentó en 27.2 % (SIAP, 2010). Esto es de vital importancia, especialmente porque la alfalfa constituye un recurso forrajero valioso por su alto contenido de proteína, cuyo rango es de 18 a 20% (Jahn *et al.*, 2000; Bhatti *et al.*, 2008). Sin embargo, en borregos, la alfalfa se relaciona más con estudios enfocados a aspectos agronómicos (Tablada *et al.*, 2003; Mendiola *et al.*, 2007), pero pocos a la respuesta en comportamiento y calidad de la carne. Este último aspecto ha tomado relevancia y ha adquirido importancia para el consumidor, debido a que actualmente en la demanda de productos alimenticios no solo se busca cubrir las necesidades nutricionales, sino también que sean seguros e inocuos (Rearte, 2002; Prieto *et al.*, 2008), con el objetivo de evitar enfermedades al consumidor, derivados de la contaminación de la carne durante la manipulación y procesamiento antes de su distribución (FAO, 2000; Sánchez *et al.*, 2008). En este sentido, la calidad nutricional ocupa un papel preponderante, especialmente el perfil de ácidos grasos, debido a que se les liga con cualidades sensoriales de la carne, así como su relación con la salud humana (Santos-Silva *et al.*, 2002; Prieto *et al.*, 2008; Almela *et al.*, 2009), ya que en particular el ALC (ácido linoleico conjugado), se le han conferido propiedades

anti-cancerígenas (Dannenberger *et al.*, 2005). Aunque los ácidos grasos en general, también se les relaciona con desordenes cardiovasculares, especialmente cuando la concentración de ácidos grasos saturados sobrepasan a los insaturados (Vásquez *et al.*, 2007). Sin embargo, esta característica puede modificarse tomando en consideración los diferentes factores involucrados, siendo la alimentación, pieza fundamental para obtener un producto de calidad (Priolo *et al.*, 2001). Al respecto, algunos estudios han demostrado que el uso de forrajes en la dieta animal mejora el perfil de ácidos grasos, con incrementos en los insaturados (Demirel *et al.*, 2006; Scerra *et al.*, 2007; Maduga *et al.*, 2008).

Por ello, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la alfalfa en los indicadores biológicos, parámetros físicos-químicos y el perfil de ácidos graso de la carne de la engorda de borregos Pelibuey.

BIBLIOGRAFIA

- Almela, E., Jordán, M. J., Martínez, C., Sotomayor, J. A., Bedia, M. y Bañon, S. 2009. El flavor de la carne cocinada de cordero. *EUROCARNE*. 178: 01-12.
- Bhatti, S. A., Bowman, J. G. P., Firkins, J. L., Grove, A. V. and Hunt, C. W. 2008. Effect of intake level and alfalfa substitution for grass hay on ruminal kinetics of fiber digestion and particle passage in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 86:134-145.
- Dannenberger, D., Nuernberg, K., Nuernberg, G., Scollan, N., Steinhart, H. and Ender, K. 2005. Effect of pasture vs. Concentrate diet on CLA isomer distribution in different tissue lipids of beef cattle. *Lipids*. 40 (6): 589-598.
- Demirel, G., Ozpinar, H., Nazli, B. and Keser, O. 2006. Fatty acids of lamb meat from two breeds fed different forage: concentrate ratio. *Meat Science*. 72: 229-235.
- FAO. 2000. Inocuidad y calidad de los alimentos en relación con los piensos. 22^a Conferencia regional de la FAO para Europa del 24-28 de julio. Oporto, Portugal.
- Jahn, B. E., Vidal, V. A. y Soto, O. P. 2000. Sistema de producción de leche basado en alfalfa (*Medicago sativa*) y maíz (*Zea mays*) para la zona centro sur. II consumo y calidad del forraje. *Agricultura Técnica*. 60 (2): 99-111.
- López, P. M. G., Rubio, L. M. S. y Valdés, M. S. E. 2000. Efecto del cruzamiento, sexo y dieta en la composición química de la carne de ovinos Pelibuey con Rambouillet y Suffolk. *Vet. Méx.* 31 (1): 11-19.
- Madruga, M. S., Costa, R. G., Silva, A. M., Marques, A.V. M.S., Cavalcanti, R. N., Narain, N., Albuquerque, C.L.C. and Lira, F. G. E. 2008. Effect of silk flower hay (*CalotropisproceraSw*) feeding on the physical and chemical quality of *Longissimusdorsi* muscle of Santa Inez lambs. *Meat Science*. 78: 469-474.

- Martin, J. M. and Rogers, R.W. 2004. Review: Forage-Produced Beef: Challenges and Potential. *The Professional Animal Scientist*. 20:205-210.
- Medrano, J. A. 2000. Recursos animales locales del centro de México. *Arch. Zootec.* 49: 385-390.
- Mendiola, G. A., Martínez, H. P. A., Cortés, D. E. y Sánchez, D. C. 2007. Efecto del pastoreo mixto y monoespecifico de una pradera de alfalfa-ovillo. *Agrociencia*. 41(4): 395-403.
- Morales, M. M., Martínez, D. J. P., Torres, H. G. y Pacheco, V. J. E. 2004. Evaluación del potencial para la producción ovina con el enfoque de agroecosistemas en un ejido de Veracruz, México. *Téc. Pecu. Méx.* 42(3): 347-359.
- Pérez, A., Saucedo, O., Iglesias, J., Wencomo, H. B., Reyes, F., Oquendo, G. y Milián, I. 2010. Caracterización y potencialidades del grano de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Pastos y Forrajes*. 33 (1): 1-17.
- Prieto, M., Mouwen, J. M., López, P. S. y Cerdeño, S. A. 2008. Concepto de calidad en la industria agroalimentaria. *INTERCIENCIA*. 33(4): 258-264.
- Priolo, A., Micol, D. y Agabriel, J. 2001. Effects of grass feeding systems on ruminant meat color and flavour. A review. *Anim. Res.* 50: 185-200.
- Rearte, D. 2002. Calidad de carne en los sistemas pastoriles. *IDIA XXI. Revista de información sobre investigación y desarrollo agropecuario*. Año II (2): 13-18.
- Santos-Silva, J., Mendes, I. A. and Bessa, R. J. B. 2002. The effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. 1. Growth, carcass composition and meat quality. *Livestock Production Science*. 76: 17-25.

SAGARPA, 2010. Producción Anual Pecuaria en México. Centro de Estadística Agropecuaria.
Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/publicacion.htm>.

Sánchez, E. A., Torrescano, U. G. R., Camou, A. J. P., González, M. N. F. y Hernández, W. G. 2008. Sistemas combinados de conservación para prolongar la vida útil de la carne y los productos cárnicos. *Nacameh*. 2 (2): 124-159.

SAS 1999. User's Guide: Statistics. SAS Institute. Cary, North Carolina. USA.

SIAP, 2010. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola en México. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/> (19-12-2009).

Scerra, M., Caparra, P., Foti, F., Galofaro, V., Sinatra, M. C. and Scerra, V. 2007. Influence of ewe feeding systems on fatty acid composition of suckling lambs. *Meat Science*. 76: 390-394.

Tablada, A. S. R., Martínez, H. P. A., Sánchez, R. C. y Cortes, D. E. 2003. Rebrote en alfalfa-ovillo bajo pastoreo mixto durante el invierno. *Revista Científica, FCV-LUZ*. 13(4):312-318.

Vásquez, R. E., Abadía, B., Arreaza, L. C., Ballesteros, H. H. y Muñoz, C. A. 2007. Factores asociados con la calidad de la carne. II parte: perfil de ácidos grasos de la carne bovina en 40 empresas ganaderas de la región Caribe y el Magdalena Medio. *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 8 (2): 66-73.

CAPITULO I

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN LA ENGORDA DE BORREGOS PELIBUEY CON DIFERENTE NIVEL DE ALFALFA EN LA DIETA

**ANIMAL PERFORMANCE IN FATTENING PELIBUEY SHEEP FED WITH
DIFFERENT LEVEL OF ALFALFA IN THE DIET**

CAPITULO I

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN LA ENGORDA DE BORREGOS PELIBUEY CON DIFERENTE NIVEL DE ALFALFA EN LA DIETA

Verónica Reséndiz Cruz, MC.

Colegio de Postgraduados, 2011

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de incluir diferente nivel de alfalfa en la dieta de borregos en el comportamiento productivo, durante 11 semanas. Se utilizaron 36 borregos machos Pelibuey, en estabulación, con peso inicial promedio de 22 kg y 5 meses de edad, distribuidos homogéneamente en cuatro grupos de 3 animales cada uno, con 3 repeticiones por grupo. Los grupos fueron asignados al azar a cada uno de cuatro tratamientos evaluados: 0, 20, 30 y 40 % base seca de alfalfa. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar, utilizando el Proc GLM (SAS 1999) y una comparación de medias utilizando la prueba de Tukey. Se determinó consumo de alimento, ganancia de peso, conversión y eficiencia alimenticia, rendimiento de canal en caliente y frío, y pH de la canal, además de la degradabilidad *in situ* de la MS de las dietas. El consumo de MS aumentó ($P < 0.05$) de 1.19 a 1.39 kg MS/animal al incrementar el nivel de alfalfa de 20 a 40 %, respectivamente, a pesar que las dietas que contenían alfalfa tuvieron menor ($P < 0.05$) degradabilidad en comparación con la dieta testigo; sin embargo, la ganancia diaria de peso no se afectó ($P > 0.05$), promediando $271 \text{ g animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$. Tampoco hubo variación ($P > 0.05$) en el peso final, conversión y eficiencia alimenticia, promediando $38.0 \text{ kg animal}^{-1}$, 4.7 y 0.212, respectivamente. El peso y rendimiento de canal en caliente y fría, fueron similares entre tratamientos, con valores promedio de 19.3 kg, 18.8 kg, 54.4% y 53.0%, respectivamente. Incluir alfalfa en la dieta de borregos, no ofrece ventajas en la ganancia de peso; sin embargo, es posible considerar hasta un 40 %, que podría ser atractivo económicamente para el productor, además de promover mayor consumo, que posiblemente repercutiría en las características de la canal.

Palabras clave: ganancia de peso vivo, borregos, pasto, rendimiento de canal.

ANIMAL PERFORMANCE IN FATTENING PELIBUEY SHEEP FED WITH DIFFERENT LEVEL OF ALFALFA IN THE DIET

Verónica Reséndiz Cruz, MC.

Colegio de Postgraduados, 2011

ABSTRACT

Alfalfa (*Medicago sativa* L.) is one of the most important species in Mexico, and even though it is used for feeding sheep, there is not information on how it affects animal performance. The objective of this study was to evaluate the effect of feeding alfalfa to sheep on animal performance, during a period of 11 weeks. For this purpose, 36 Pelibuey male sheep were used indoors, with initial live weight mean of 22.0kg. They were distributed homogeneously into four groups of three each, with three replicates per group, and then randomly assigned to each of the following treatments: 0, 20, 30 and 40 % dry basis of alfalfa. Dry matter intake (DMI), daily gain weight (DGW), feeding conversion (FC) and efficiency (FE), hot and cold carcass yield, biological hot and cold carcass yield, and carcass pH at slaughtering and 24h *post mortem*, and digestibility *in situ* of the diet, were evaluated. A Completely Random Design using Proc GLM was used, and a mean comparison was done using the Tukey test. There were not significant differences ($P>0.05$) between treatments on animal performance, except on dry matter intake, which increased ($P<0.05$) from 1.2 to 1.4 kg DM per animal when increasing alfalfa level from 20 to 40%, even though diets including alfalfa had less digestibility compared to the control one. DGW, FC and FE, averaged 271 g animal⁻¹ day⁻¹, 4.7 y 0.212, respectively. The average for weight and hot and cold carcass and yield, were 19.3 kg, 18.8 kg, 54.4% and 53.0%, respectively. Including alfalfa in the sheep diet, offers no benefits on animal performance; however, including up to 40% of alfalfa, could be a viable feeding strategy, and from the economical point of view could be attractive, since it increases dry matter intake, which could have an effect on meat quality.

Key words: live-weight gain, sheep, grass, carcass yield.

INTRODUCCIÓN

La producción ovina en México tiene como objetivo principal la obtención de carne para el consumo humano (López *et al.*, 2000), y dada la demanda del producto, recientemente se ha propiciado mayor desarrollo de la ovinocultura en diferentes regiones del país, donde las razas de pelo, como la Pelibuey, han cobrado importancia dada sus características favorables de rusticidad, manejo y productividad (Medrano, 2000; Morales *et al.*, 2004). Sin embargo, la demanda nacional de carne ovina no se ha logrado cubrir, por lo que ha sido necesaria su importación, que en 2005 fue alrededor de 46.2% del consumo nacional aparente (SAGARPA, 2010). Además, la explotación ovina, como las otras, enfrenta el problema del alto costo de producción por concepto de alimentación, especialmente en los sistemas intensivos, donde los granos son la base de la alimentación, principalmente maíz, cuyo elevado precio agudiza el problema (Pérez *et al.*, 2010). Por lo que los forrajes se presentan como una alternativa viable en la alimentación de rumiantes, donde éstos tienen la capacidad de convertir el material fibroso en producto para consumo humano, como la carne (Martin y Rogers, 2004), y donde la alfalfa ocupa un espacio preponderante, por ser una especie forrajera con alto potencial productivo, y que en la última década la producción de materia seca a nivel nacional, aumentó en 27.2 % (SIAP, 2010). Esto es de vital importancia, especialmente porque la alfalfa constituye un recurso forrajero valioso por su alto contenido de proteína, cuyo rango es de 18 a 20% (Jahn *et al.*, 2000; Bhatti *et al.*, 2008). Su uso es amplio, aunque está reconocido más ampliamente en ganado lechero como forraje de excelente calidad, utilizándose en monocultivo o en asociación, en pastoreo o bien como forraje de corte, fresco o henificado (Getachew *et al.*, 2006; Brito *et al.*, 2009) y los estudios se encaminan a producción y composición de la leche (Moss *et al.*, 2002; Álvarez *et al.*, 2006). En ovinos, la alfalfa se relaciona más con estudios enfocados a aspectos agronómicos (Tablada *et al.*, 2003; Mendiola *et al.*, 2007), pero pocos a la respuesta en comportamiento productivo en la etapa de engorda de los animales. Recientemente, estudios realizados en México muestran ganancias de peso y rendimiento en canal caliente en borregos Pelibuey, de 90 a 181g animal⁻¹ día⁻¹, y de 50.79 a 54.90 %, respectivamente (Álvarez *et al.*, 2003; Jaramillo *et al.*, 2008; Partida *et al.*, 2009), con diferentes regímenes alimenticios en condiciones de estabulación. Estos resultados, son sin

embargo, no definitivos, y podrían mejorarse con una estrategia de alimentación bien planeada, donde además, se considere la inclusión de forrajes en la dieta en lo máximo posible, con el fin de disminuir los costos de producción, y obtener un producto de calidad como valor agregado del sistema.

Por ello, el objetivo de la presente investigación fue determinar la magnitud de los indicadores biológicos y económicos de la engorda de borregos Pelibuey al ser alimentados con dietas conteniendo diferente nivel de alfalfa, sustituyendo parcialmente ingredientes energético y proteínicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó de agosto a noviembre de 2009, en el Módulo de Producción Ovina de la Granja Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo, Estado de México, México, ubicado a 19°29' latitud norte, 98°54' longitud oeste, a 2240 msnm. El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano, la precipitación promedio anual es de 644.8 mm, y la temperatura media anual de 15° C (García, 1989).

Se utilizaron 36 borregos de la raza Pelibuey, con un peso promedio inicial de 22 kg y 5 meses de edad, distribuidos homogéneamente de acuerdo a su peso vivo, en 4 grupos de 3 animales cada uno, y con 3 repeticiones, considerando cada grupo como una repetición. Los grupos de animales se alojaron al azar a cada uno de los 4 tratamientos evaluados, que consistieron en dietas con 0, 20, 30 y 40 % de alfalfa (base seca), cuyos ingredientes y composición química se muestran en el Cuadro 1. El alimento se ofreció tres veces al día, 7:00 am, 1:00 y 7:00 pm, en una proporción de 60, 20 y 20 % respectivamente, con agua *ad libitum*, con un periodo de adaptación de 15 días.

Las variables medidas fueron: peso inicial, peso final, consumo de materia seca, ganancia diaria de peso, conversión y eficiencia alimenticia; así como también, peso de cabeza, sangre, piel, extremidades, vísceras, peso vivo vacío, peso de la canal, rendimiento de canal, rendimiento biológico y pH.

El peso inicial y final se obtuvieron al pesar los animales al entrar y salir de la fase experimental. El consumo de alimento fue la diferencia de la cantidad de alimento ofrecido y el rechazado diariamente. La ganancia diaria de peso se calculó con base al promedio de la ganancia diaria de peso de 6 pesajes realizados durante la fase experimental, realizadas cada 15 días. La conversión alimenticia se calculó dividiendo el consumo de materia seca entre la ganancia diaria de peso, y la eficiencia alimenticia, dividiendo la ganancia diaria de peso entre el consumo diario de materia seca.

Además, se determinó la degradabilidad y análisis químico de la materia seca de cada una de las dietas. La degradabilidad se realizó *in situ*, utilizando 4 borregos con cánula ruminal, alimentados con heno de alfalfa y agua *ad libitum*. Para ello, se utilizó un Cuadrado Latino 4 x

4. Se emplearon bolsas (3x5 cm) de forro japonés con poro de 52 mm. Las muestras de alimento previamente fueron molidas con una malla de 2 mm. Se colocaron 3 g de muestra de cada dieta en cada bolsa, con 3 repeticiones por cada tiempo de incubación, sujetándolas a una cadena de acero inoxidable. Las bolsas fueron incubadas a 0, 6, 12, 24, 48 y 72 h en el rumen, siendo colocadas en sentido inverso al citado para ser retiradas todas al mismo tiempo. Una vez retiradas, las muestras se lavaron con agua corriente hasta que ésta misma fue clara. Las muestras se secaron a temperatura ambiente, y posteriormente en una estufa de aire forzado a 55° C. La degradabilidad de la materia seca se determinó como el porcentaje de muestra desaparecida en la bolsa.

Cuadro 1. Composición química e ingredientes de las dietas experimentales usados en la alimentación de borregos Pelibuey.

	Nivel de alfalfa (%)			
	0	20	30	40
Ingredientes (%)				
Alfalfa	0	19.98	29.97	40.02
Sorgo	50.29	43.50	38.58	32.93
Pasta de soya	14.04	9.06	6.33	4.49
Rastrojo de maíz	11.99	6.00	2.97	0.00
Cascarilla de soya	7.99	6.00	6.03	5.99
Salvado de trigo	7.50	6.00	6.03	5.99
Melaza	4.97	5.02	5.04	4.99
Minerales*	1.46	1.48	1.48	1.50
Carbonato de calcio	0.97	0.98	0.99	1.00
Urea	0.49	0.49	0.49	0.40
Aceite crudo de soya	0.29	1.48	2.08	2.69
Composición química				
Materia seca (%)	87.2	86.8	86.9	86.3
Proteína (%)	15.6	16.0	16.4	15.9
FDN (%)	40.37	39.47	35.57	37.11
FDA (%)	12.60	15.50	17.77	18.88
Cenizas (%)	5.6	6.6	7.9	8.4

*Vitalal ovino plus: 24, 3, 2, 8, 12, 0.50, 0.50, 0.50 % de calcio, fosforo, magnesio, sodio, cloro, potasio, azufre y antioxidante; 2000, 5.00, 4000, 2000, 5000, 100, 30 y 60 ppm de lasolacida, cromo, manganeso, hierro, cinc, yodo, selenio y cobalto; 500,000, 150,000, 1000 UI de vitamina A, vitamina D y vitamina E, respectivamente.
FDN = Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácido.

El análisis químico de las dietas se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal del Colegio de Postgraduados. Se tomaron muestras de alimento por tratamiento cada 15 días,

mezclándose al finalizar el experimento, para obtener una sola muestra por tratamiento, a las cuales se les determinó materia seca, proteína cruda (AOAC, 1984), fibra detergente neutro y ácido (Van Soest *et al.*, 1991), cenizas (AOAC, 1984) y degradabilidad *in situ*.

Al completar 11 semanas del periodo de engorda, los animales fueron enviados al rastro con un peso vivo promedio de 38 kg. Después de un periodo de ayuno de 24 h, los borregos fueron pesados para obtener el peso vivo al sacrificio (PVS). Posteriormente, los animales se sacrificaron, retirando y pesando la sangre, cabeza, extremidades (patas y manos), piel y vísceras, y canal caliente (PCC). Paralelamente se pesaron las vísceras llenas y después se vaciaron, y por diferenciarse estimó el peso del contenido digestivo constituyendo el peso vivo vacío (PVV). Posteriormente las canales se guardaron en una cámara frigorífica a una temperatura de 4°C. Transcurridas 24 horas del sacrificio, la canal fría se pesó (PCF) y se tomó una muestra del lomillo, la cual fue etiquetada y empaquetada al vacío y guardada en congelación para su posterior análisis.

El pH y la temperatura de la canal se registraron al momento del sacrificio y a las 24 horas post-mortem, utilizando un potenciómetro portátil (HANNA, mod. HI99163) con un electrodo de penetración, la medición fue entre la 12° y 13° costilla, directamente en la canal.

Con los datos obtenidos durante el sacrificio se registró el rendimiento de la canal caliente [(PCC/PVS) x 100], rendimiento de la canal fría [(PCF/PVS) x 100], rendimiento biológico de la canal caliente [(PCC/PVV) x 100] y el rendimiento biológico de la canal fría [(PCF/PVV) x 100] (Hernández *et al.*, 2009).

El experimento se estableció de acuerdo a un Diseño Completamente al Azar con 4 tratamientos, con 3 animales por grupo y 3 repeticiones por grupo. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (1999). Para la comparación de medias de tratamientos se utilizó la prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1989). El nivel de alfalfa constituyó el factor de interés tomando el animal como unidad experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Degradabilidad de las dietas

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de la degradabilidad de las dietas. Se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre tratamientos en todos los tiempos de incubación, a excepción de las 0 horas ($P > 0.05$). A las 72 horas se observó menor ($P < 0.05$) degradabilidad conforme aumentó el nivel de alfalfa, cuyos promedios fueron 92.4, 90.8, 86.9 y 87.7 %, para las dietas con 0, 20, 30 y 40% de alfalfa, respectivamente. Esta disminución se debió básicamente al incremento de la fibra de la dieta, al aumentar la cantidad de lignina debido a la alfalfa, ya que ésta, junto con la celulosa, forman una barrera que sirve de protección al ataque de microorganismos, reduciendo así la digestibilidad (Barahona y Sánchez, 2005; McDonald *et al.*, 2006). Contrariamente, en la dieta testigo, donde no se incluyó alfalfa, la mayor degradabilidad estuvo definida por la cantidad de sorgo, que presenta una digestibilidad de 76.0% (Mora *et al.*, 2002), mayor a 59.9% de la alfalfa (Avendaño *et al.*, 2004). Estos resultados coinciden con los de Phillips *et al.* (2002), quienes reportan que al aumentar el porcentaje de pellet de alfalfa en la dieta, el porcentaje de la digestibilidad disminuyó, debido a menor digestibilidad de la FDN y mayor contenido de FDA de la alfalfa.

Cuadro 2. Degradabilidad *in situ* (%) de la materia seca de las dietas a seis diferentes horas de incubación

Horas de incubación	Tratamientos (% de alfalfa)				SD.
	0	20	30	40	
0	15.2 a	16.4 a	13.6 a	14.0 a	3.9
6	52.5 a	51.9 ab	44.6 b	46.7 ab	7.7
12	66.6 a	59.5 ab	52.3 b	59.1 ab	8.7
24	84.2 a	75.0 b	74.6 b	74.4 b	8.3
48	90.2 a	87.1 ab	83.6 b	85.2 ab	5.2
72	92.4 a	90.8 b	86.9 c	87.7 c	2.5

SD. = Desviación estándar.

a, b, c: medias con literales distintas en cada fila son diferentes ($P < 0.05$).

Comportamiento productivo

Los niveles de alfalfa en la dieta no afectaron ($P > 0.05$) los parámetros de producción, excepto consumo de alimento ($P < 0.05$) (Cuadro 3). Los animales que recibieron la dieta con 40% de

alfalfa tuvieron un mayor consumo, seguidos por los que recibieron 30, 0 y 20 %, respectivamente. Estos resultados coinciden a lo reportado por Fernández *et al.* (2004), quienes señalan que cuando se incrementó de 0 a 90% de heno de alfalfa peletizado en la dieta de ovinos, el consumo de alimento aumentó de 1.0 a 1.9 kg animal⁻¹ día⁻¹, respectivamente. Pareciera contradictorio que los animales que recibieron la dieta con 40 % de alfalfa, que mostró menor degradabilidad, presentaran mayor consumo. Al respecto, es pertinente mencionar que tal degradabilidad es referida a las muestras íntegras de cada dieta, mientras que el consumo aquí presentado es referido a la fracción que los animales efectivamente consumieron, ya que éstos presentaron alto grado de selectividad, que se observó al dejar alrededor de 20-30% de los tallos de alfalfa en el residual, componente que tiene la mayor parte de la fracción no digestible, y que no es preferida por el animal (Ramírez *et al.*, 2003). Ello indica mayor consumo de hojas, provocando mayor velocidad de paso de las partículas por el rumen, ya que el follaje de los forrajes tiene una tasa de pasaje mayor con respecto al tallo (Boschini, 2001), y consecuentemente, una disminución en el tiempo de retención del alimento, propiciando mayor consumo (Whetsell *et al.*, 2004). Además, es posible que el mayor consumo de las dietas que contenían alfalfa, haya sido por una mejor palatabilidad de la misma (Distel y Villalba, 2007; Bhatti *et al.*, 2008), en comparación con la testigo, ya que ésta última contenía mayor porcentaje de sorgo, cuyo contenido de taninos es de 1.5 % en promedio (Ojeda *et al.*, 2010), confiriendo al alimento un sabor astringente (Martínez *et al.*, 2000; Church *et al.*, 2007), y por tanto, un rechazo por el animal. Esta situación no sucede cuando se incluye alfalfa, ya que según Otero e Hidalgo (2004), la alfalfa contiene solo 0.05 % de taninos, cantidad insuficiente para provocar aversión. Al respecto, Larraín *et al.* (2009) observaron un menor consumo de alimento en toros alimentados con dietas altas en taninos, repercutiendo en una menor ganancia de peso. Adicionalmente, se ha reportado que los ácidos grasos volátiles (AGV) están involucrados en el proceso de consumo de materia seca, particularmente, el propiónico (Krizsan y Randby, 2007; Loncke *et al.*, 2009) que actúa como sustrato fundamental en la gluconeogénesis, proceso por el cual los rumiantes obtienen glucosa a partir de compuestos que no son carbohidratos, principalmente lactato y glicerol (McDonald *et al.*, 2006; Murray *et al.*, 2007). En nuestro estudio, la concentración de propiónico disminuyó (13.14 mmol/l) cuando se incluyó alfalfa en la dieta, en comparación con la dieta testigo (18.21 mmol/l), y podría ser ésta la razón de mayor consumo de las dietas

con alfalfa, aunque Mbanya *et al.* (1993; Citado por Krizsan y Randby, 2007) mostraron lo contrario en bovinos productores de leche, cuando el ácido acético y propionico fueron infundidos por separado.

Cuadro 3. Parámetros de producción de ovinos Pelibuey con diferentes niveles de alfalfa en su dieta.

Variable	Tratamientos				SD.
	0% Alfalfa	20% Alfalfa	30% Alfalfa	40% Alfalfa	
Peso inicial (kg)	22.4 a	22.3 a	22.3 a	22.3 a	0.260
Peso final(kg)	37.8 a	37.5 a	38.0 a	38.8 a	0.966
Consumo de MS (kg)	1.20ab	1.19 b	1.36 ab	1.39 a	0.115
GDP(kg)	0.260 a	0.250 a	0.293 a	0.280 a	0.024
Conversión	4.6 a	4.8 a	4.6 a	4.9 a	0.273
Eficiencia	0.217 a	0.213 a	0.217 a	0.200 a	0.013

GDP = Ganancia diaria de peso; SD. = Desviación estándar.

a, b, c: medias con literales distintas en cada fila son diferentes (P<0.05).

La ganancia diaria de peso fue similar entre tratamientos, con promedio 271g animal⁻¹día⁻¹, superiora la reportada por Marshall *et al.* (2001), Álvarez *et al.* (2003) y Partida *et al.* (2009), quienes encontraron valores de 110, 90 y 181 g animal⁻¹día⁻¹ en borregos Pelibuey. Anteriormente, González *et al.* (1997) reportaron ganancia de peso de 0.074 kg animal⁻¹día⁻¹, en borregos Pelibuey de 3 meses de edad, muy por debajo a la obtenida en nuestro experimento, donde los animales tenían 5 meses de edad al inicio del experimento, con 22 kg de peso vivo inicial, edad en la que posiblemente son más eficientes en la ganancia diaria de peso, mientras que en las primeras etapas de la vida del animal, hay mas desarrollo que crecimiento (McDonald *et al.*, 2006). Este comportamiento productivo sugiere que la alfalfa puede ser una alternativa viable en la engorda de borregos, especialmente porque se obtienen ganancias superiores a las reportadas, incluso a las señaladas por el NRC (1985). Esto adquiere especialmente importancia si consideramos que los animales aquí utilizados fueron de pelo, considerados con menores ganancias de peso, aunque mejor adaptadas a condiciones adversas, donde otras razas no proliferan (López *et al.*, 2000).

La conversión y eficiencia alimenticia no fueron diferentes (P>0.05) entre tratamientos, con promedios de 4.7 y 0.212, respectivamente, resultados menores a los obtenidos por Álvarez *et*

al. (2003) y Partida *et al.* (2009), quienes encontraron valores de 8.6 y 6.6, respectivamente para conversión alimenticia en borregos Pelibuey; en tanto que Álvarez *et al.* (2003), reportaron una eficiencia alimenticia de 0.137. Este comportamiento sugiere que la utilización de la alfalfa como ingrediente principal de la dieta, pudo influir en una menor conversión, dado que al aumentar el contenido de proteína de la dieta, resulta un aumento en la proporción de aminoácidos del alimento que llegan al duodeno para su absorción, como resultado de los aminoácidos que escapan de la degradación del rumen por microorganismos (Getachew *et al.*, 2006). Haugen *et al.* (2006) señalan que la degradación de la proteína de heno de alfalfa, se ve disminuida por efecto de la reducción de la solubilidad de las proteínas citoplasmáticas, situación que pudo suceder con la alfalfa utilizada en nuestro estudio, ya que se utilizó alfalfa henificada. La importancia de estos resultados radica en el beneficio que representaría para el productor, al utilizar menor cantidad de alimento para obtener un kg de peso vivo comparado con otros reportes, y en cierto grado, representaría beneficios económicos por concepto de alimentación, situación que se discute más adelante.

Rendimiento de canal

Los diferentes niveles de alfalfa incluidos en la dieta de borregos, no tuvieron efecto significativo ($P > 0.05$) en las características de la canal, tampoco en el porcentaje de cabeza, sangre, piel, vísceras (verdes y rojas) y pH, pero sí ($P < 0.05$) en el porcentaje de extremidades (Cuadro 4), el cual fue mayor con 40 % de alfalfa, seguido de aquéllos con 30, 20 y 0% de alfalfa, respectivamente.

El peso de la canal caliente y el rendimiento de canal caliente, en promedio fueron 19.3 kg y 54.4 %, respectivamente, mayor a los reportados por Marshall *et al.* (2001) y Jaramillo *et al.* (2008), pero menor a aquéllos reportados por Torrescano *et al.* (2009) y Partida *et al.* (2009). Estas diferencias se debieron básicamente a la edad y peso en que los animales fueron sacrificados (Cabrera *et al.*, 2007). En nuestro estudio, por ejemplo, los animales tenían 7 meses de edad al final del experimento, cuyo peso vivo promedió 38.0 kg al sacrificio, mientras que los utilizados por Marshall *et al.* (2001) y Jaramillo *et al.* (2008), tenían entre 5 y 6 meses de edad, con peso al sacrificio de 30 kg. Este comportamiento se debe a que el crecimiento del animal va acompañado de un incremento en peso, que significa un crecimiento de las distintas partes que conforman al animal, de tal forma que a menor edad, estas partes

representan mayor proporción en relación al cuerpo (McDonald *et al.*, 2006), y consecuentemente, el peso de la canal y el rendimiento del mismo, son menores.

De acuerdo a lo anterior, es importante considerar el factor edad, porcentaje de cabeza, sangre, piel, vísceras verdes y rojas, ya que están ligadas al cambio en crecimiento corporal del animal conforme estos compartimentos cambian. Aunque los diferentes niveles de alfalfa proporcionados a los animales en este estudio no tuvieron efecto en las mencionadas variables (McClure *et al.*, 2000).

Cuadro 4. Rendimiento de la canal de borregos Pelibuey alimentados con diferentes niveles de alfalfa

Variable	Tratamientos				SD
	0 % Alfalfa	20 % Alfalfa	30 % Alfalfa	40 % Alfalfa	
Peso vivo (kg)	35.8 a	34.9 a	35.3 a	35.8 a	1.24
PVV (kg)	31.9 a	31.0 a	31.6 a	31.5 a	1.06
PCC (kg)	19.7 a	18.8 a	19.2 a	19.4 a	0.58
PCF (kg)	19.1 a	18.5 a	18.8 a	18.7 a	0.56
RCC (%)	55.1 a	54.0 a	54.3 a	54.1 a	1.08
RCF (%)	53.3 a	53.0 a	53.2 a	52.3 a	1.03
RBCC (%)	61.9 a	60.8 a	60.8 a	61.6 a	1.01
RBCF (%)	59.8 a	59.7 a	59.5 a	59.5 a	0.92
Cabeza (%)	4.8 a	5.0 a	5.1 a	4.8 a	0.20
Sangre (%)	2.8 a	3.0 a	3.3 a	2.7 a	0.50
Piel (%)	9.4 a	9.8 a	10.0 a	8.9 a	0.57
Extremidades (%)	2.3 b	2.3 ab	2.4 a	2.3 ab	0.07
Vísceras verdes (%)	6.9 a	6.8 a	7.3 a	7.7 a	0.56
Vísceras rojas (%)	5.4 a	5.1 a	5.3 a	5.3 a	0.23
Contenido GI (%)	10.9 a	11.2 a	10.6 a	12.1 a	0.93
pH al sacrificio	6.6 a	6.4 a	6.4 a	6.4 a	0.17
pH post-mortem	5.6 a	5.5 a	5.7 a	5.7 a	0.18

PVV = Peso vivo vacío; PCC = Peso de la canal caliente; PCF = Peso de la canal fría; RCC = Rendimiento de la canal caliente; RCF = Rendimiento de la canal fría; RBCC = Rendimiento biológico de la canal caliente; RBCF = Rendimiento biológico de la canal fría; SD = Desviación estándar.

a, b, c: medias con literales distintas en cada fila son diferentes (P<0.05).

El pH de la canal al sacrificio y post-mortem fue de 6.5 y 5.6, respectivamente, valores ubicados dentro del rango normal, similares a los encontrados por Torrescano *et al.* (2009) y Hernández *et al.* (2009), quienes reportan un pH al sacrificio de 6.1 y 6.3, respectivamente, así como un valor de pH post-mortem de 5.8 y 5.5, respectivamente, ambas investigaciones en ovinos Pelibuey. Estos resultados nos indican que los animales no sufrieron algún tipo de estrés durante el proceso desde el transporte hasta el sacrificio, factor importante a considerar,

ya que la relación entre el pH y el estrés están fuertemente involucradas en la calidad de la carne (Hargreaves *et al.*, 2004; Torrescano *et al.*, 2008).

Análisis económico

En Cuadro 5 se presenta el análisis económico por concepto de alimentación. Es importante señalar que el uso de la alfalfa en la alimentación de los borregos surge de la necesidad de disminuir los costos por concepto de alimentación, y sobre todo, reducir la utilización de granos, los cuales constantemente están en competencia con el ser humano, y como consecuencia su precio se eleva. Ante esta situación, y dado que la alfalfa es un forraje con alto contenido de proteína (Broderick *et al.*, 2002; Getachew *et al.* 2006), puede ser utilizado como ingrediente base de la dieta para alimentar a ovinos. El análisis económico muestra que la dieta que no contenía alfalfa, presentó el mayor costo por kilogramo de alimento (\$ 0.29), seguido de la dieta con 20 % (\$ 0.27), 30 % (\$ 0.26) y 40 % (\$ 0.25) de alfalfa, respectivamente. Estas diferencias son explicadas básicamente por la disminución de la cantidad de sorgo y pasta de soya, cuando se incrementó la cantidad de alfalfa. Con la inclusión de alfalfa de 20 a 40 %, los ingresos netos por concepto de la venta de los animales ascienden de \$13.44 a \$14.75 respectivamente, en comparación con la dieta que no contenía alfalfa, que fue de \$11.95, representando un incremento de 11 y 19 %, respectivamente. Estos datos están referidos con base a un animal, durante el periodo que duró la engorda, por lo que los ingresos incrementarían dependiendo del número de animales con lo que se cuenten. Este escenario sugiere, por tanto, que la alfalfa es una opción para mejorar la viabilidad económica a pequeña, mediana y gran escala, donde ofrecer beneficios económicos al productor, no solo representa la engorda de animales, sino la motivación de cultivar sus propias praderas de alfalfa para la alimentación los mismos animales, ó bien, como venta de forraje. Es pertinente mencionar que la rentabilidad económica de este sistema se dará siempre y cuando el precio de la alfalfa no exceda al precio de los ingredientes sustituidos parcial ó totalmente, como fue el caso del sorgo, pasta de soya, rastrojo de maíz y aceite crudo de soya.

Es necesario enfatizar que el análisis económico aquí presentado, está basado exclusivamente por concepto de alimentación y venta de carne en pie, y para obtener un análisis económico

más completo es necesario considerar costos por mano de obra, combustible, animales, maquinaria, instalaciones y transporte (Ramírez *et al.* 2010), y en todo caso, los resultados aquí reportados, podrían variar.

Cuadro 5. Análisis económico por animal por concepto de alimentación (dólares estadounidenses), con diferentes niveles de alfalfa para borregos.

	Tratamientos			
	0 % de Alfalfa	20 % de Alfalfa	30 % de Alfalfa	40 % de Alfalfa
Costos por alimentación				
Duración de la engorda (días)	74	74	74	74
Costo de la dieta (\$/Kg)	0.29	0.27	0.26	0.25
CMS (Kg/día/animal)	1.20	1.19	1.36	1.39
Costo del Kg CMS/día/animal (\$)	0.34	0.32	0.35	0.34
Costo Total (\$)	25.75	23.75	26.19	25.67
Retornos				
PGT (kg/animal)	15.39	15.18	15.66	16.50
Precio del Kg en pie (\$)	2.45	2.45	2.45	2.45
Ingreso por venta de carne/animal (\$)	37.70	37.19	38.37	40.42
Ingreso Neto	11.95	13.44	12.18	14.75

\$/Kg= Costo por kilogramo de alimento; CMS= Consumo de Materia Seca; PGT= Peso Ganado Total; \$= Costo por Kg de alimento.

1 dólar =12.24pesos mexicanos. Julio, 2009.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se desarrolló el experimento, los indicadores de producción y productividad de la engorda de borregos Pelibuey no se alteraron con la inclusión de alfalfa a la dieta. La alfalfa como ingrediente en la dieta de finalización puede mejorar el beneficio económico siempre que mantenga una relación de precio con los granos energéticos e ingredientes energético-proteínicos.

Con base a esto, la alfalfa puede ser considerada como un ingrediente base en la alimentación ovina, incluyendo hasta un 40% de la materia seca en la dieta. Sin embargo, más investigación es necesaria, para confirmar los resultados reportados aquí, considerando diferentes etapas de crecimiento de la planta y del animal.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Gobierno de México, a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada al primer autor para la realización de los estudios de Maestría. También agradecemos al Colegio de Postgraduados por financiar parcialmente esta investigación, a través del Fideicomiso No. 167304, así como al Depto. de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, por las facilidades en la Granja Experimental para llevar a cabo la fase de engorda de los animales experimentales.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, M. G., Melgarejo, V. L. y Castañeda, N. Y. 2003. Ganancia de peso, conversión y eficiencia alimentaria en ovinos alimentados con fruto (semilla con vaina) de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) y pollinaza. Vet. Méx. 34 (1): 39-46.
- Álvarez, J. H., Dichio, L., Pece, A. M., Cangiano, A. C., y Galli, R. J. 2006. Producción de leche bovina con distintos niveles de asignación de pastura y suplemento energético. Cien. Inv. Agr. 33(2): 99-107.
- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 5^a ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, EE.UU.
- Avendaño R. J., Fernández, E. F., Ovalle, M. C. y Blu, L. F. 2004. Ovinos alimentados con raciones que incluyen tagasaste (*Chamaecytisus proliferus* subsp. *Palmensis*) en reemplazo de heno de alfalfa. II. Digestibilidad y consumo de nutrientes. Agricultura Técnica. 64(3): 271-279.
- Barahona, R. R. y Sánchez, P. S. 2005. Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de patos tropicales y estrategias para aumentarla. Revista Corpoica. 6 (1): 69-82.

- Bhatti, S. A., Bowman, J. G. P., Firkins, J. L., Grove, A. V. and Hunt, C. W. 2008. Effect of intake level and alfalfa substitution for grass hay on ruminal kinetics of fiber digestion and particle passage in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 86: 134-145.
- Boschini, C. 2001. Degradabilidad *in situ* de la materia seca, proteína y fibra del forraje de morera (*Morus alba*). *Agronomía Mesoamericana*. 12(1): 79-87.
- Brito, A. F., Tremblay, G. F., Lapierre, H., Bertrand, A., Castonguay, Y., Bélanger, G., Michaud, R., Benchaar, C., Ouellet, D. R. and Berthiaume, R. 2009. Alfalfa cut at sundown and harvested as baleage increases bacterial protein synthesis in late-lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92:1092-1107.
- Broderick, G. A., Koegel, R. G., Walgenbach, R. P. and Kraus, T. J. 2002. Ryegrass or alfalfa silage as the dietary forage for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85:1894-1901.
- Church, D. C., Pond, K. R. y Pond, W. G. 2007. *Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales*. Editorial Limusa S.A. de C.V. México.
- Cabrera, N. A., Rojas, M. P., Renteria, D. I., Serrano, S. A y López, O. M. 2007. Influencia de la suplementación sobre la ganancia de peso y calidad de la canal en borregos Dorper/Katahdin. *Revista UDO Agrícola*. 7 (1): 245-251.
- Distel, R. A. y Villalba, J. J. 2007. Diversidad vegetal, selección de dieta y producción animal. *Revista Argentina de Producción Animal*. 27: 55-63.
- Fernández, E. F., Avendaño R. J., Ovalle, M. C., Fraga, S. A. y Blu, L. F. 2004. Ovinos alimentados con raciones que incluyen tagasaste (*Chamaecytisus proliferus* subsp. *Palmensis*) en reemplazo de heno de alfalfa. I. Consumo y variaciones de peso. *Agricultura Técnica*. 64(3): 264-270.

- Getachew, G. P., Depeters, E. J., Pittroff, W., Putnam, D. H. and Dandekar, A. M. 2006. Review: Does protein in alfalfa need protection from rumen microbes?. The Professional Animal Scientist. 22: 364-373.
- García, de M. E. 1989. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 3ª edición. México, D. F. UMAN, Instituto de Geografía.
- González, A. G. E., Castillo, G. E., Cruz, L. C. y Besten, J. M. 1997. Efecto del nivel de complementación sobre la ganancia de peso de corderos Pelibuey estabulados. Vet. Méx. 28(2): 137-145.
- Hargreaves, A., Barrales, L., Peña, I., Larraín, R. y Zamorano, L. 2004. Factores que influyen en el pH último e incidencia de corte oscuro en canales de bovinos. Cien. Inv. Agr. 31(3):155-166.
- Haugen, H. L., Ivan, S. K., MacDonald, J. C. and Klopfenstein, T. J. 2006. Determination of undegradable intake protein digestibility of forages using the mobile nylon bag technique. J. Anim. Sci. (84): 886-893.
- Hernández, C. L., Ramírez, B. J. E., Guerrero, L. M. I., Hernández, M. O., Crosby, G. M. M. y Hernández, C. L. M. 2009. Effects of crossbreeding on carcass and meat quality of Mexican lambs. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 61(2): 475-483.
- Jahn, B. E., Vidal, V. A. y Soto, O. P. 2000. Sistema de producción de leche basado en alfalfa (*Medicago sativa*) y maíz (*Zea mays*) para la zona centro sur. II consumo y calidad del forraje. Agricultura Técnica, 60 (2): 99-111.
- Jaramillo, L. E., Molinar, H. F., Leos, M. J. A., e Hinojosa, A. M. C. 2008. Efecto de la dieta en corderos de lana y pelo sobre la ganancia diaria de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y características de la canal. Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ. 6: 131- 139.

- Krizsan S. J. and Randby, A. T. 2007. The effect of fermentation quality on the voluntary intake of grass silage by growing cattle fed silage as sole feed. *J. Anim. Sci.* 85: 984-996.
- Larraín, R. E., Schaefer, D. M., Arp, S. C., Claus, J. R. and Reed, J. D. 2009. Finishing steers with diets based on corn, high-tannin sorghum, or a mix of both: Feedlot performance, carcass characteristics and beef sensory attributes. *J. Anim. Sci.* 87:2089-2095.
- Loncke, C., Ortigues- Marty, I., Vernet, J., Lapierre, H., Sauvant, D. and Noziere, P. 2009. Empirical prediction of net portal appearance of volatile fatty acids, glucose, and their secondary metabolites (β -hydroxybutyrate, lactate) from dietary characteristics in ruminants: A meta-analysis approach. *J. Anim. Sci.* 87:253-268.
- López, P. M. G., Rubio, L. M. S. y Valdés, M. S. E. 2000. Efecto del cruzamiento, sexo y dieta en la composición química de la carne de ovinos Pelibuey con Rambouillet y Suffolk. *Vet. Méx.* 31 (1): 11-19.
- Marshall., S. W., Bertot V. J. A., Delgado A., Collantes, C. M. y Alba, C. 2001. Características productivas y rasgos de la canal de corderos pelibuey alimentados con heno y suplementados con gallinaza y harina de soya. *Rev. Prod. Anim.* 13 (2): 43-47.
- Martin, J. M. and Rogers, R.W. 2004. Review: Forage-Produced Beef: Challenges and Potential. *The Professional Animal Scientist.* 20: 205-210.
- Martínez, V. I., Periago, M. J. y Ros, G. 2000. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición.* 50 (1): 5-18.
- Medrano, J. A. 2000. Recursos animales locales del centro de México. *Arch. Zootec.* 49: 385-390.
- Mendiola, G. A., Martínez, H. P. A., Cortés, D. E. y Sánchez, D. C. 2007. Efecto del pastoreo mixto y mono específico de una pradera de alfalfa-ovillo. *Agrociencia.* 41(4): 395-403.

- McClure, K. E., Solomon, M. B. and Loerch, S. C. 2000. Body weight and tissue gain in lambs fed an all-concentrate diet and implanted with trenbolone acetate or grazed on alfalfa. *J. Anim. Sci.* (78): 1117-1124.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D. y Morgan, C. A. 2006. *Nutrición Animal*. Editorial Acribia S.A. 6ª edición. Zaragoza, España.
- Moos, B. R., Lin, J. C., Pas, D., Wright, D., Wright, L. Mcelhenney, W. H., Prevatt, J. W. and Dorough, H. D. 2002. Milk production from cows fed corn, alfalfa, or ryegrass silage ensiled in conventional, vacuum or packed systems. *The Professional Animal Scientist*. 18:324-331.
- Mora, J. G., Bárcena, G. R., Mendoza, M. G., González, M. S. y Herrera, H. J. 2002. Respuesta productiva y fermentación ruminal en borregos alimentados con grano de sorgo tratado con amilasas. *Agrociencia*. 36:31-39.
- Morales, M. M., Martínez, D. J. P., Torres, H. G. y Pacheco, V. J. E. 2004. Evaluación del potencial para la producción ovina con el enfoque de agroecosistemas en un ejido de Veracruz, México. *Téc. Pecu. Méx.* 42(3): 347-359.
- Murray, K. R., Granner, K. D. y Rodwell, W. V. 2007. Harper. *Bioquímica ilustrada*. Editorial El Manual Moderno, S. A. de C. V. 17ª edición. México, D. F.
- NRC. 1985. *Nutrient Requirements of Sheep*. National Academy Press. Sixth Revised Edition. Washington, D. C. USA.
- Ojeda, A., Frías, A., González, R., Linares, Z. y Pizzani, P. 2010. Contenido de taninos, fosforo fítico y actividad de fitasas en el grano de 12 híbridos de sorgo granífero (*Sorghum bicolor (L) Moench*). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 60 (1): 93-98.

- Otero, J. M. e Hidalgo, L. G. 2004. Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efecto sobre la productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales (una revisión). *Livestock Research for Rural Development Vol. 16, Art.No. 13. Retrieved November 4, 2010, from:<http://www.Irrd.org/Irrd16/2/oter1602.htm>*
- Partida, P. J., Braña, V. D. y Martínez, R. L.2009. Desempeño productivo y propiedades de la canal en ovinos Pelibuey y sus cruzas con Suffolk o Dorset. *Téc. Pecu. Méx.* 47(3):313-322.
- Pérez, A., Saucedo, O., Iglesias, J., Wencomo, H. B., Reyes, F., Oquendo, G. y Milián, I. 2010. Caracterización y potencialidades del grano de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Pastos y Forrajes.* 33 (1): 1-17.
- Phillips, W. A., Rao, S. C., Fitch, J. Q. and Mayeux, H. S. 2002.Digestibility and dry matter intake of diets containing alfalfa and kenaf. *J. Anim. Sci.*80: 2989-2995.
- Ramírez, R. O., Pérez, P. J., Hernández, G. A., Herrera, H. J.G. y Martínez, H. P. A. 2003. Evaluación del rendimiento y la utilización de la asociación estrella-clitoria cosechada a diferente asignación de forraje. *Téc. Pecu. Méx.* 41(2): 219-230.
- Ramírez, M. M., Hernández, M. O., Améndola, M. R., Ramírez, B. E. Mendoza, M. G. and Burgueño, F. J.2010. Productive response of grazing dairy cows to fresh chopped maize supplementation under a small farming system in the Mexican Highlands. *Trop Anim Health Prod.* 42: 1377-1383.
- SAGARPA, 2010. Producción Anual Pecuaria en México. Centro de Estadística Agropecuaria. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/publicacion.htm>.
- SAS, 1999. User's Guide: Statistics. SAS Institute.Cry, North Carolina.USA.

SIAP, 2010. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola en México. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/>

Steel, G. D. R and Torrie, H. J. 1989. Bioestadística: Principios y Procedimientos, primera edición en español. Editorial. McGraw-hill/Interamericana de México, S.A de C. V. 622p.

Tablada, A. S. R., Martínez, H. P. A., Sánchez, R. C. y Cortes, D. E. 2003. Rebrote en alfalfa-ovillo bajo pastoreo mixto durante el invierno. Revista Científica, FCV-LUZ, 13(4):312-318.

Torrescano, U. G., Sánchez, E. A., González, M. N. y Camou, A. J. P. 2008. Tecnología e ingeniería del sacrificio y su repercusión en la calidad de la canal de animales de abasto. NACAMEH. 2 (1): 78-94.

Torrescano, U. G., Sánchez, E. A., Peñuri, M. F., Velázquez, C. J. y Sierra, R. T. 2009. Característica de la canal y calidad de la carne de ovinos pelibuey, engorados en Hermosillo, Sonora. BIOtecnia. 11 (1):41-50.

Van Soest P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. Journal of Dairy Science. 74:3583-3597.

Whetsell, M. S., Prigge, E. C. and Nestor, E. L. 2004. Influence of mass of ruminal contents on voluntary intake and digesta passage in steers fed a forage and concentrate diet. J. Anim. Sci. 82: 1806-1817.

CAPITULO II

CALIDAD DE LA CARNE DE BORREGOS PELIBUEY ALIMENTADOS CON DIFERENTE NIVEL DE ALFALFA EN LA DIETA

**MEAT QUALITY OF PELIBUEY SHEEP FED WITH DIFFERENT LEVEL OF ALFALFA
IN THE DIET**

CAPITULO II

CALIDAD DE LA CARNE DE BORREGOS PELIBUEY ALIMENTADOS CON DIFERENTE NIVEL DE ALFALFA EN LA DIETA

Verónica Reséndiz Cruz, MC.

Colegio de Postgraduados, 2011

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el aspecto físico-químico y perfil de ácidos grasos de la carne de borregos alimentados con dietas con diferente nivel de alfalfa, durante 11 semanas. Se utilizaron 36 borregos Pelibuey en estabulación, con 5 meses de edad y peso vivo inicial de 22 kg en promedio. Se formaron homogéneamente 4 grupos con 3 animales cada uno, con 3 repeticiones por grupo, y posteriormente se distribuyeron al azar a cada uno de los cuatro tratamientos evaluados: 0, 20, 30 y 40 % base seca de alfalfa. Se evaluó composición química de la carne, color, resistencia al corte en carne cruda y cocida, actividad de agua (A_w), capacidad de retención de agua (CRA) y perfil de ácidos grasos. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar, utilizando el Proc GLM (SAS, 1999) y la prueba de Tukey para comparación de medias. Los resultados muestran menor ($P < 0.05$) contenido de extracto etéreo en la carne de los animales que recibieron alfalfa en la dieta. El color fue similar entre tratamientos, excepto el índice rojo (a), que fue más intenso ($P < 0.05$) en la carne de animales que recibieron dieta con 0% de alfalfa. La resistencia al corte de la carne cruda y cocida, y la CRA, tampoco mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$), con valores promedios de 1.4, 2.5 kg/cm² y 18.5 ml/100 g de carne, respectivamente. La A_w fue mayor en la carne de los borregos alimentados con la dieta testigo ($P < 0.05$). Del perfil de ácidos grasos, solo el mirístico, palmítico, palmitoleico, esteárico y oleico, fueron mayor ($P < 0.05$) cuando los borregos no recibieron alfalfa, seguidos de aquéllos con 20, 30 y 40% de alfalfa; en tanto que el ALCc9 fue mayor ($P < 0.05$) cuando se incluyó 20% de alfalfa en la dieta, seguido de aquéllos con 40, 30 y 0% de alfalfa. En general, la carne de animales que recibieron alfalfa, presentaron menor ($P < 0.05$) cantidad de ácidos grasos, con mayor proporción de ácidos grasos insaturados, en comparación con aquéllos con la dieta testigo. Estos resultados sugieren que es

factible incluir la alfalfa en la dieta de borregos en finalización, ya que contribuye a mejorar la calidad de la carne, específicamente el perfil de ácidos grasos, y consecuentemente, se propone como una alternativa viable para satisfacer la demanda actual del consumidor por un alimento inocuo y de mejor calidad.

Palabras clave: carne, calidad, perfil de ácidos grasos.

MEAT QUALITY OF PELIBUEY SHEEP FED WITH DIFFERENT LEVEL OF ALFALFA IN THE DIET

Verónica Resendiz Cruz, MC.

Colegio de Postgraduados, 2011

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of feeding alfalfa to sheep on meat quality and fatty acid profile, during a period of 11 weeks. For this purpose, 36 Pelibuey male sheep were used indoors, with initial live weight mean of 22.0kg. They were distributed homogeneously into four groups of three each, with three replicates per group, and then randomly assigned to each of the following treatments: 0, 20, 30 and 40 % dry basis of alfalfa. Meat chemical composition, color, shear strength in raw and cooked meat, water activity (Aw), holding water capacity (HWC) and fatty acid profile, were evaluated. A Completely Random Design using Proc GLM was used, and a mean comparison was done using the Tukey test. The results show lower ($P<0.05$) content of ether extract in the meat of the animals that received alfalfa in the diet. The color was similar between treatments, except the red index (a), which was more intense ($P<0.05$) in meat from animals under the control diet. The resistance to the cut of raw and cooked meat, and the HWC, did not show significant differences ($P>0.05$) between treatments, averaging 1,4 and 2,5 kg/cm², and 18.5 ml/100 g of meat, respectively. The Aw was higher when animals were fed with no alfalfa in the diet ($P<0.05$). Within the fatty acid profile, only myristic, palmitic, palmitoleic, stearic and oleic acids, were higher ($P<0.05$) when sheep received no alfalfa, followed by those with 20, 30 and 40% alfalfa, while the CLAc9 was higher ($P<0.05$) when included 20% alfalfa in the diet, followed by those with 40, 30 and 0% alfalfa. In general, that meat from animals fed with alfalfa in the diet, had lower ($P<0.05$) fatty acids, with higher proportion of unsaturated fatty acids, compared with those with the control diet. These results suggest that it is feasible to include the alfalfa in the diet of finishing sheep, as it helps to improve meat quality, specifically fatty

acid profile and, consequently, is proposed as a viable alternative to meet current demand safe and better food quality.

Key words: meat quality, fatty acids profile, Pelibuey

INTRODUCCIÓN

El concepto de calidad de la carne ha tomado relevancia en los últimos años y ha adquirido importancia para el consumidor, debido a que actualmente en la demanda de productos alimenticios no solo se busca cubrir las necesidades nutricionales, sino también que sean seguros e inocuos (Rearte, 2002; Prieto *et al.*, 2008), con el objetivo de evitar posibles enfermedades al consumidor, debido a problemas derivados de la contaminación de la carne durante la manipulación y procesamiento antes de ser distribuida (FAO, 2000; Sánchez *et al.*, 2008). En este sentido, la calidad nutricional ocupa un papel preponderante, especialmente el perfil de ácidos grasos, debido a que se les liga con cualidades sensoriales de la carne, así como su relación con la salud humana (Santos-Silva *et al.*, 2002; Prieto *et al.*, 2008; Almela *et al.*, 2009), ya que en particular el ácido linoleico conjugado (ALC), se le han conferido propiedades anti-cancerígenas (Dannenberger *et al.*, 2005). Aunque los ácidos grasos en general, también se les relaciona con desordenes cardiovasculares, especialmente cuando la concentración de ácidos grasos saturados sobrepasan a los insaturados (Vásquez *et al.*, 2007). Sin embargo, esta característica puede modificarse tomando en consideración los diferentes factores involucrados, siendo la alimentación, pieza fundamental para obtener un producto de calidad, aunque poco énfasis se ha hecho al respecto, más allá del papel que juega en incrementar la producción (Priolo *et al.*, 2001). Recientes estudios hacen énfasis al color, capacidad de retención del agua (CRA), pH y resistencia al corte (Hernández *et al.*, 2009; Torrescano *et al.*, 2009), rendimiento y composición química de la carne (López *et al.*, 2000; Jaramillo *et al.* 2008; Partida *et al.*, 2009), en razas comerciales, bajo sistemas estabulados, pero no analizan el contenido de ácidos grasos, y mucho menos en sistemas de pastoreo o con dietas altas en forrajes. Algunos esfuerzos por demostrar que el uso de forrajes en la dieta animal mejora el perfil de ácidos grasos, con incrementos en los insaturados, han sido reportados por Demirel *et al.* (2006), Scerra *et al.* (2007) y Maduga *et al.* (2008) en razas de lana. En México, el efecto de los forrajes en la calidad de la carne ha sido poco estudiado, incluyendo a la alfalfa, a pesar de ser uno de los principales forrajes usados en la alimentación de rumiantes, dado su alto contenido de proteína, cuyo rango es 18.4-20 % (Jahn *et al.*, 2000; Bhatti *et al.*, 2008), con mayor uso en ganado productor de leche (Jahn *et al.*, 2000; Bhatti *et al.*, 2008). En la alimentación ovina, el uso de la alfalfa es restringido, y aunque en algunas zonas es ingrediente base, no existen reportes al respecto, y lo es menos cuando se consideran

razas de pelo, como la Pelibuey, a pesar de su prolificidad y adaptabilidad a diversas condiciones (Medrano, 2000; Morales *et al.*, 2004).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la inclusión de alfalfa en la dieta de borregos Pelibuey en finalización, en los parámetros físicos-químicos y perfil de ácidos grasos de la carne.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó de agosto a noviembre de 2009, con una duración de 11 semanas en el Módulo de Producción Ovina de la Granja Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo, Estado de México, México, ubicado a 19°29' latitud norte, 98° 54' longitud oeste, a 2240 msnm. El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano, la precipitación promedio anual es de 644.8 mm, y la temperatura media anual de 15° C (García, 1989).

Se utilizaron 36 borregos de la raza Pelibuey, con un peso promedio inicial de 22 kg y 5 meses de edad, distribuidos homogéneamente de acuerdo a su peso vivo, en 4 grupos de 3 animales cada uno, y con 3 repeticiones, considerando cada grupo como una repetición. Los grupos de animales se alojaron al azar a cada uno de los 4 tratamientos evaluados, que consistieron en dietas con 0, 20, 30 y 40 % de alfalfa (base seca), cuyos ingredientes y composición química se muestran en el Cuadro 1.

Los animales fueron sacrificados a un peso vivo promedio de 38 kg, previo ayuno de 24 horas. Posterior al sacrificio, las canales fueron llevadas a una cámara frigorífica a 4 °C, durante 24 horas, pasado ese tiempo, se tomó aproximadamente 1 kg de carne de *Longissimus dorsi* para su posterior análisis.

Las variables medidas fueron: color, resistencia al corte, capacidad de retención de agua, y actividad de agua, se determinaron en el laboratorio de Bioquímica de Macromoléculas de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, y el perfil de ácidos grasos, en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

Cuadro 1. Composición química e ingredientes de las dietas experimentales usados en la alimentación de corderos Pelibuey

	Nivel de alfalfa (%)			
	0	20	30	40
Ingredientes (%)				
Alfalfa	0	19.98	29.97	40.02
Sorgo	50.29	43.50	38.58	32.93
Pasta de soya	14.04	9.06	6.33	4.49
Rastrojo de maíz	11.99	6.00	2.97	0.00
Cascarilla de soya	7.99	6.00	6.03	5.99
Salvado de trigo	7.50	6.00	6.03	5.99
Melaza	4.97	5.02	5.04	4.99
Minerales*	1.46	1.48	1.48	1.50
Carbonato de calcio	0.97	0.98	0.99	1.00
Urea	0.49	0.49	0.49	0.40
Aceite crudo de soya	0.29	1.48	2.08	2.69
Composición química				
Materia seca (%)	87.2	86.8	86.9	86.3
Proteína (%)	15.6	16.0	16.4	15.9
FDN (%)	58.9	52.1	51.1	47.6
FDA (%)	16.7	15.3	17.7	19.0
Cenizas (%)	5.6	6.6	7.9	8.4
EM (Mcal/kg)**	2.81	2.78	2.76	2.75
ENg (Mcal/kg)**	1.23	1.15	1.11	1.07

*Vitasal ovino plus: 24, 3, 2, 8, 12, 0.50, 0.50 y 0.50 % de Ca, P, Mg, Na, Cl, K, S y antioxidante; 2000, 5.00, 4000, 2000, 5000, 100, 30 y 60 ppm de lasolacida, Cr, Mn, Fe, Zn, I, Se y Co; 500,000, 150,000, 1000 UI de vitamina A, vitamina D y vitamina E, respectivamente. FDN = Fibra detergente neutra; FDA = Fibra detergente acida. EM (Mcal/kg)= Energía metabolizable en mega calorías por kilogramo; ENg (Mcal/kg)= Energía neta de ganancia en mega calorías por kilogramo; **=Calculado de tablas.

El color se midió con el sistema Hunter Lab de acuerdo con la metodología que reporta Guerrero *et al.* (2002), utilizando un colorímetro Minolta (Chroma Meter CR-200, Tokio, Japón), tres días después del sacrificio. Para ello, se realizaron cortes de 1 cm de grosor y 7 cm de diámetro, libres de grasa, burbujas o sangre. Se colocaron en el colorímetro y se tomaron cuatro lecturas de cada muestra, girándola cada 45°. Se tomaron los valores de *L, *a y *b, que representan luminosidad, índice de rojo, índice de amarillo, respectivamente. La resistencia al corte se realizó 5 días después del sacrificio, con una navaja de Warner-Bratzler en un analizador de textura TA-XT2 (Textura Technologies Corp., Scarsdale, NY). La resistencia al corte se midió en carne cruda y cocida, para la carne cocida, por 15 minutos se dejó hervir, un trozo de carne de 20 g en agua destilada, dejándose enfriar hasta temperatura

ambiente, y se cortaron cubos de 1 cm². Las muestras se colocaron con las fibras del músculo transversalmente al filo de la navaja, reportando la fuerza máxima para cortar la muestra al aplicarse una fuerza conocida (Guerrero *et al.* 2002). La capacidad de retención de agua (CRA) se realizó utilizando la metodología modificada propuesta por Guerrero *et al.* (2002). Se usaron 2 g de carne, los cuales se molieron en un mortero, se colocaron en un tubo de centrifuga, añadiéndoles 5 ml de agua destilada y se agitó durante 1 min, dejando reposar durante 20 minutos en un refrigerador a 4 °C. Las muestras se centrifugaron durante 15 min a 10,000 rpm en una centrifuga Beckman J- MI (Beckman Inc., Palo Alto, Cal. E.U) Rotor No. 14. El sobrenadante fue decantado y medido en una probeta. El volumen retenido del agua destilada se reporta como la cantidad de agua retenida, calculándose en 100 g de carne. La Actividad de agua (Aw), se realizó mediante la metodología reportada por Guerrero *et al.* (2002), colocando la muestra de carne en el porta muestras e introduciéndolas al medidor de muestras. La extracción de la grasa y el perfil de ácidos grasos, se realizó con una modificación a la técnica que reporta el AOAC (2005), utilizando un cromatografo de gases, con inyector automático.

El análisis proximal de la carne se determinó en el laboratorio de Nutrición Animal, del programa de Ganadería, del Colegio de Postgraduados, determinando % humedad, % proteína y % cenizas (AOAC, 2005).

Los resultados, fueron analizados bajo un Diseño Completamente al Azar, utilizando el Proc GLM (SAS, 1999), y cuando se observaron diferencias estadísticas, se realizó una comparación de medias, utilizando la prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis químico de la carne

En el Cuadro 2 se muestran los resultados de la composición química de la carne. No se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) entre tratamientos, excepto en extracto etéreo ($P<0.05$), que fue menor en la carne de animales que recibieron 30 y 40 % de alfalfa.

Cuadro 2. Composición química (%) de la carne en borregos Pelibuey alimentados con diferentes niveles de alfalfa en su dieta.

	Tratamientos (% de alfalfa)				SD.
	0	20	30	40	
Proteína	21.1 a	21.2 a	21.4 a	21.0 a	0.66
Humedad	76.9 a	77.0 a	77.8 a	77.5 a	0.90
Extracto Etéreo	13.0 a	11.8 ab	9.4 b	9.7 b	2.88
Cenizas	4.3 a	4.1 a	4.3 a	4.26 a	0.36

SD. = Desviación estándar

a, b, c: medias con literales distintas en cada fila son diferentes ($P<0.05$).

El porcentaje de proteína y humedad en promedio fue de 21.2 y 77.3, respectivamente, similares a los reportados por López *et al.* (2000) y Lawrie y Ledward (2006), pero inferiores a aquellos reportados por Peraza *et al.* (2006) y Hernández *et al.* (2009), quienes encontraron 14.7 y 19.7 % de proteína, y 75.6 % de humedad en carne de borregos de pelo y lana, respectivamente. Estos resultados son indicativos que incluir alfalfa en la dieta de los borregos, es posible obtener mayor cantidad de proteína en la carne, que iría directamente al consumo humano. Estos resultados además, evidencian la importancia del aspecto genético, donde los ovinos de pelo presentan mayor porcentaje de proteína en la carne, como hace referencia Hernández *et al.* (2009).

El extracto etéreo, entendido como la concentración de lípidos o grasa en el tejido animal (Martínez *et al.*, 2010), disminuyó 27.4 y 25.4 en comparación con la dieta testigo, cuando en la dieta se incluyó 30 y 40% de alfalfa, respectivamente. Desde el punto de vista de la salud humana, estos resultados traen consecuencias positivas, especialmente si consideramos que el patrón de consumo ha cambiado en los últimos años, donde el consumidor demanda carne con menor contenido de grasa, con el objetivo de prevenir enfermedades cardiovasculares (Ceseri *et al.*, 2006; Teira *et al.*, 2006). Es importante señalar que el contenido de extracto etéreo que se reporta para la carne de borregos alimentados a base de concentrado es mayor (11.3%)

(Cano *et al.*, 2003) al reportado en nuestro estudio. La reducción de grasa en la carne de animales que recibieron alfalfa, posiblemente se debió al menor contenido, en particular, de extracto etéreo en la alfalfa (Church *et al.*, 2007). Este aspecto cobra especial importancia, porque la grasa en la carne juega un papel importante en el aspecto organoléptico durante el proceso de cocción (Lawrie y Ledward, 2006; Almela *et al.*, 2009), determinando muchas veces, la decisión de compra (López *et al.*, 2000).

El contenido de cenizas en la carne no fue afectado por el nivel de alfalfa en la dieta, promediando 4.2%, superior al reportado por López *et al.* (2000) y Peraza *et al.* (2006) en borregos de la misma raza, quienes encontraron valores 0.75 y 1.34 %, respectivamente. El nivel de cenizas encontrado en nuestro estudio, son indicativo de una dieta balanceada que los animales recibieron, y consecuentemente podrían estar interfiriendo en la calidad de la carne (Warriss, 2000).

Características físico químicas de la carne

Los resultados de pH, color, resistencia la corte, actividad del agua (Aw) y capacidad de retención de agua (CRA) de la carne son presentados en el Cuadro 3. La intensidad del rojo de la carne (*a) fue afectada por el nivel de alfalfa en la dieta (P<0.05), pero no la luminosidad (*L) e intensidad del color amarillo (*b) (P>0.05).

Cuadro 3. Características físico-químicas de la carne de borregos Pelibuey alimentados con diferente nivel de alfalfa

	Tratamientos (% de alfalfa)				SD.
	0	20	30	40	
pH 24 h pos mortem	5.6 a	5.5 a	5.7 a	5.7 a	0.18
<i>Color</i>					
*L	25.60a	27.08 a	26.00 a	27.55 a	2.84
*a	8.00 a	7.57ab	7.97ab	7.29b	0.54
*b	5.75 a	6.15 a	6.23 a	5.95 a	0.96
<i>Resistencia al Corte</i>					
Cruda	1.3a	1.5a	1.5a	1.5a	0.25
Cocida	2.4 a	2.5a	2.6a	2.6a	0.39
Aw	0.98 a	0.97 b	0.97b	0.97 b	0.009
CRA	19.4 a	16.1 a	20.7 a	17.8 a	6.20

L = Luminosidad; a = Índice rojo de la carne; b = Índice amarillo de la carne; Aw = Actividad de agua; Resistencia al corte (kg/cm²); CRA= Capacidad de retención de agua (ml/100g de carne)

SD. = Desviación estándar.

a, b, c: medias con literales distintas en cada fila son diferentes (P<0.05).

El pH 24 h post mortem, no fue diferente entre tratamientos, y en promedio fue 5.6, valor que es considerado normal (Hargreaves *et al.*, 2004; Schiffner *et al.*, 2005; Oliete *et al.*, 2006), produciendo consecuentemente, una carne normal, es decir, una carne con características apropiadas en color, firmeza y jugosidad (Schiffner *et al.*, 2005). Además, esto adquiere especialmente importancia si consideramos que el pH tiene una fuerte correlación con color y capacidad de retención de agua; si el valor de pH se aproxima al punto isoeléctrico de las proteínas, hay una mínima retención de agua y mayor decoloración (Torrescano *et al.*, 2008)

El color fue similar entre tratamientos, excepto el índice rojo (*a*), que fue más intenso en la carne de animales que no recibieron alfalfa en la dieta, representando un incremento del 0.4, 5.4 y 8.9 % con respecto a la carne de los animales con 30, 20 y 40% de alfalfa, respectivamente. Ello significaría que con el incremento de la alfalfa, la carne tuvo un tono de color menos rojo. Respecto a **L* y **b*, que representan luminosidad y amarillo, promediaron 26.56 y 6.34 respectivamente, valores que conforme disminuyan, resulta en tonos más bajos, lo que significaría, carnes menos brillantes y pálidas (Madruga *et al.*, 2005; Zea *et al.*, 2007). Este comportamiento posiblemente se deba a que los animales de esta investigación eran jóvenes (7 meses) y la concentración de mioglobina aun no es alta, dado que ésta intensifica con la edad (Germano *et al.*, 2009). Similar resultado reportaron Germano *et al.* (2009), 27.73 para **L* a los 45 minutos *post-mortem* en carne de borrego, que contradicen a Priolo *et al.* (2002), Santos-Silva *et al.* (2002), Cano *et al.* (2003) y Madruga *et al.* (2008), quienes reportan valores superiores en **L* y **b*. La importancia de estos resultados radica en que el color de la carne es una de las principales características que influye en la decisión de adquisición, porque los consumidores lo relacionan con fresca y con un producto sano (Mancini y Hunt, 2005; Sánchez *et al.*, 2008).

La resistencia al corte de la carne cruda no presentó diferencias significativas ($P > 0.05$), con promedio de 1.4 kg/cm^2 , menor al obtenido por Cano *et al.* (2003) y Garibotto *et al.* (2003), quienes encontraron valores de 3.87 y 5.25 kg/cm^2 , respectivamente en carne de borrego de lana. En tanto que Larraín *et al.* (2009), reportaron en carne de bovinos una resistencia al corte de 2.57 kg/cm^2 . Estas diferencias podrían deberse a factores como la edad, donde la resistencia

al corte es menor en animales jóvenes, por la menor proporción de tejido conectivo (Lawrie y Ledward, 2006). Es pertinente mencionar que en nuestro estudio, la medición de la resistencia al corte se realizó 5 días post-mortem, cuando había iniciado el proceso de maduración, dando como resultado una menor resistencia al corte (Bianchi *et al.*, 2006); mientras que los resultados reportados al respecto, vienen de mediciones hechas justo después de sacrificio.

La resistencia al corte en la carne cocida, tampoco fue diferente entre tratamientos, con promedio de 2.5 kg/cm^2 , mayor a la que se obtuvo en la carne cruda, a pesar que reportes indican que temperaturas de $64-68^\circ\text{C}$ provoca ablandamiento de la carne por efecto de la desnaturalización del colágeno (Weston *et al.*, 2002). Esta situación no sucedió en nuestra investigación, posiblemente porque a temperatura de $40-50^\circ\text{C}$ se desnaturaliza la actina y miosina, proteínas encargadas de la contracción y relajación muscular, trayendo como consecuencia contracción de la fibras musculares y por consiguiente mayor dureza en la carne (Murphy y Marks, 2000; Panea *et al.*, 2008). Además, otro factor que pudo contribuir a una mayor resistencia al corte en carne cocida, fue el grosor de la carne que era de $3-4 \text{ cm}$, cuya menor temperatura interna provocó contracción de las fibras musculares, pero no la solubilidad del colágeno (Panea *et al.*, 2008).

La CRA tampoco fue diferente entre tratamientos ($P>0.05$), con promedio de 18.5 ml . Este comportamiento se atribuye a la no variación del pH, ya que éste interfiere de manera directa con la CRA, donde a partir del punto isoelectrico, si el pH se aleja de él, también aumenta la CRA, consecuentemente, ello significaría una carne de mayor jugosidad (Felix *et al.*, 2001). Felix *et al.* (2001) Germano *et al.* (2009), mencionan valores de CRA de 29.8 y 99.5 ml/100 g de carne, valores distanciados entre, posiblemente porque en la canal existen músculos con diferencias considerables en cuanto al pH, por lo que es normal esperar variaciones en la CRA (Lawrie y Ledward, 2006).

La Aw fue diferente entre tratamientos ($P<0.05$). La carne de los animales que no recibieron alfalfa en su dieta, tuvieron mayor Aw en comparación con la carne de los animales que recibieron alfalfa, representando un incremento del 1% . Aparentemente este incremento es mínimo, sin embargo, incrementar 0.1 en la Aw, cuyo rango es 0 a 1 , la carga bacteriana puede incrementar hasta en un 100% , según Lawrie y Ledward (2006). Esta sugerencia

significa que con el incremento(0.01) de la Aw que se presentó en nuestra investigación, la carga bacteriana aumentaría en un 10%, situación que podría ser grave si tomamos en consideración que dentro de esa carga bacteriana pueden encontrarse microorganismos tóxicos, que pueden ocasionar problemas graves en la salud humana(Badui, 2006; Sánchez *et al.*, 2008).

Perfil de ácidos grasos de la carne

La composición del contenido de los ácidos grasos de la carne se muestra en el Cuadro 4, de los cuales, solo los ácidos mirístico, palmítico,esteárico, palmitoleico, oleico y CLAc9, t11 de la carne, fueron afectados por la inclusión de alfalfa en la dieta (P<0.05).

Cuadro 4. Composición de los ácidos grasos de la carne de borregos Pelibuey, alimentados con diferentes niveles de alfalfa en su dieta (mg/100g muestra).

Ácidos grasos	Tratamientos (% de alfalfa)				SD.
	0	20	30	40	
<i>Saturados</i>					
Mirístico	49.64 a	47.35 a	31.11 b	28.48b	11.92
Palmítico	553.85 a	492.64 a	391.04 b	359.85 b	92.93
Esteárico	326.57 a	310.26 a	268.67 ab	239.53b	62.61
<i>Insaturados</i>					
Palmitoleico	47.92 a	38.02 ab	27.08 b	35.41 ab	11.53
Oleico	1075.44 a	940.02 a	744.42 b	715.15 b	179.30
Linoléico	167.99 a	163.33 a	169.15 a	157.39 a	20.05
Alfa-linolénico	7.19a	10.56 a	10.02 a	10.33 a	2.67
CLA c9,t11 y c11,t9	12.02 b	18.77 a	14.73b	15.01 ab	3.45
CLA t11,c12	1.43 a	2.61 a	2.30 a	0.89 a	2.73
Araquidónico	84.26 a	73.80 a	89.49 a	69.99 a	18.44
Eicosapentaenoico	7.74 a	5.38 a	8.75 a	9.23 a	6.71
Docosapentaenoico	8.84 a	8.34 a	11.02 a	8.49 a	2.92
Docosahexaenoico	1.43 a	1.48 a	3.09 a	3.03 a	1.74

CLA= Acido linoléico conjugado, SD. = Desviación estándar;

a, b, c: medias con literales distintas en cada fila son diferentes (P<0.05).

La carne de los borregos que recibieron las dietas con 0 y 20% de alfalfa tuvieron una cantidad más elevada de ácido mirístico y palmítico, que la carne de los animales con mayor porcentaje de alfalfa (30 y 40%), representando un incremento del 38.6 y 28.2 % respectivamente. Al respecto, Scerra *et al.* (2007) reportando mayor cantidad de ácido palmítico (18.2 g/100 g del

total de ácidos grasos metilados) en la carne de borregos con un sistema de alimentación en pastoreo, en comparación con la carne de los animales que fueron sometidos a estabulación (15.4 g/100 g del total de ácidos grasos metilados). El contenido del ácido esteárico fue mayor en 26.7 % en la carne de los animales cuyo tratamiento consistió en 0 % de alfalfa, que en la carne de los animales que recibieron 40% de alfalfa en la dieta. Los resultados de los ácidos mirístico, palmítico y esteárico de nuestra investigación no coinciden a lo reportado por Demirel *et al.* (2006), quienes señalan que la cantidad de estos ácidos grasos es superior en la carne borregos alimentados con heno (75, 446 y 424 mg/100 de carne), en comparación con la carne de los animales que recibieron alimento comercial (59.9, 385 y 321 mg/100 de carne), respectivamente.

Dentro de los ácidos grasos insaturados, el palmitoleico y oleico, fueron mayores ($P < 0.05$) en la carne de los animales que recibieron la dieta con 0% de alfalfa, seguidos de la carne de los animales que recibieron 20, 30 y 40% de alfalfa en su dieta. Al respecto, Bas y Morand-Fehr (2000) mencionan que al aumentar la proporción de alfalfa en la dieta el porcentaje de oleico es generalmente bajo en el tejido muscular. Nuestros resultados coinciden con los reportados por Scerratt *et al.* (2007), quienes reportan mayor cantidad del ácido palmitoleico y oleico (0.9 y 21.1 g/100 g del total de ácidos grasos metilados) en la carne de los borregos alimentados en estabulación, que la carne de los borregos en pastoreo (0.6 y 16.2 g/100 g del total de ácidos grasos metilados). Sin embargo Demirel *et al.* (2006), reportan valores superiores de los ácidos palmitoleico y oleico en la carne de borregos alimentados con heno (40.6 y 758 mg/100 de carne) en comparación a la carne de los animales alimentados con alimento comercial (21.1 y 608 mg/100 de carne).

El ácido linoleico conjugado (ALC, c9, t11; c11, t9) fue menor ($P < 0.05$) en la carne de los animales que no recibieron alfalfa, representando una disminución del 18.4, 20.0 y 36.0% con respecto a la carne de los animales que recibieron en su dieta 30, 40 y 20 % de alfalfa, respectivamente. Esto adquiere importancia, porque se ha reportado que el contenido de ALC cis9 tiende a incrementar con el uso de forrajes en la dieta (Dannenberger *et al.*, 2005; Noci *et al.*, 2005; Scerratt *et al.*, 2007). Además, en particular este ácido graso es importante porque que se le han atribuido propiedades anti cancerígenas (Dannenberger *et al.*, 2005).

El contenido de los ácidos linoléico, alfa-linolénico (ALA), CLA t11, c12, araquidónico, eicosapentaenoico (EPA), docosapentaenoico (DPA), y docosahexaenoico (DHA) de la carne no fueron afectados ($P>0.05$) por el incremento del nivel de alfalfa en la dieta, con promedios de 164.46, 9.52, 1.81, 79.38, 7.77, 9.17, y 2.26 mg/100g muestra, respectivamente. Demirel *et al.* (2006), reportan mayor cantidad de ALA, EPA y DHA en la carne de borregos alimentados con heno. Este aspecto cobra importancia si se toma en cuenta que ALA, EPA y DHA aportan beneficios a la salud ser humano, particularmente en la prevención de enfermedades cardiovasculares y cáncer de colon (Castro, 2002).

Contenido total de los ácidos grasos de la carne

En el Cuadro 5 se presenta el porcentaje total de los ácidos grasos de la carne. Hubo diferencias entre tratamientos ($P< 0.05$) en todos los contenidos totales, excepto en ácidos grasos monoinsaturados (AGM).

Cuadro 5. Contenido total de los ácidos grasos de la carne de borregos Pelibuey, alimentados con diferentes niveles de alfalfa en la dieta.

Total	Tratamientos (% de alfalfa)				SD.
	0	20	30	40	
AG(mg/100g muestra)	2547.0 a	2309.5 ab	1983.2 b	1921.4 b	360.11
AGS (%)	39.0 a	38.1 ab	36.9 ab	35.8 b	2.32
AGM (%)	47.6 a	47.7 a	45.9 a	48.1 a	2.61
AGPI (%)	13.3 b	14.2 ab	17.2 a	16.1 ab	2.54
Total de omega 3*	21.0 b	25.5 ab	28.8 a	29.3 a	6.41

AG= Total de ácidos grasos, AGS= Total de ácidos grasos saturados, AGM= Total de ácidos grasos monoinsaturados, AGP= Total de ácidos grasos poliinsaturados, SD. = Desviación estándar; *= Suma del contenido de Alfa-linolénico, Eicosapentaenoico, DPA y Docosahexaenoico.

a, b, c: medias con literales distintas en cada fila son diferentes ($P<0.05$).

El porcentaje de AG y AGS fue superior en 24.6 y 8.3% respectivamente, en la carne de los borregos alimentados con la dieta con 0% de alfalfa en comparación con la carne de los animales que recibieron la dieta con 40% de alfalfa, Ello significa que el incremento del nivel de alfalfa contribuye a una menor deposición de éstos ácidos grasos en la carne, posiblemente

por el mayor contenido de ácidos grasos insaturados que tiene la alfalfa (Appeddu *et al.*, 2004). Esto coincide a lo reportado por Scerra *et al.* (2007), quienes encontraron mayor cantidad de AGS en la carne de ovinos en pastoreo en comparación con aquellos en estabulación (27.6 vs 30.8 g/100 g del total de ácidos grasos, respectivamente). Sin embargo, Demirel *et al.* (2006) reportan una mayor cantidad de AG (2086 mg/100g muestra) en la carne de los corderos alimentados con forraje, en comparación a lo obtenido en nuestro estudio (1921.4 mg/100g muestra) con la dieta que contenía el nivel más alto de alfalfa. Varela *et al.* (2004) no encontraron diferencia significativa en la cantidad de AGS de la carne al finalizar novillo en pastoreo y con ensilado de maíz más concentrado, pero sí menciona una tendencia de incremento en los AGS. Madruga *et al.* (2005), reportan en la carne de corderos 48.5 y 48.1% para AGS y AGM respectivamente, valores superiores a los nuestros. Mismo comportamiento reporta Madruga *et al.* (2008), quienes encontraron valores de 59.3, 35.2 y 5.4 % para AGS y AGM, respectivamente.

El contenido AGM de la carne no fue afectado por el nivel de alfalfa ($P>0.05$), pero sí, el porcentaje total de los AGPI, obteniendo una cantidad mayor en la carne de la dieta con 30 % de alfalfa, representando un incremento de 6.2, 17.1 y 22.4, con respecto a los animales que recibieron 40, 20 y 0 %, respectivamente. El mismo comportamiento fue observado en el contenido de omegas 3. Madruga *et al.* (2005; 2008), reportan porcentajes de 4.0 y 5.4 para los AGPI, respectivamente en la carne de corderos, valores inferiores a los nuestros.

El perfil de ácidos grasos aquí reportados, sugiere que la utilización de la alfalfa como ingrediente principal de la dieta, pudo influir en una menor cantidad de ácidos grasos saturados e incremento en los insaturados de la carne. Es posible que esto se deba a que la alfalfa está compuesta de 24.3 % de grasas saturadas y 75.7 % de insaturadas, dentro de estos últimos, el ácido oleico y linolénico conforman el 68.5 %, representando la mayor proporción del total de los ácidos grasos (Appeddu *et al.*, 2004). A pesar de que los ácidos grasos insaturados sufren el proceso de biohidrogenación en el caso de los rumiantes, que consiste en la reducción de los dobles enlaces existente en los ácidos grasos liberados, resultado de la lipólisis de los lípidos, no todos los ácidos grasos insaturados sufren biohidrogenación, algunos escapan de ella y son absorbidos en el intestino delgado, depositándose de esta forma en el músculo (Martínez *et al.*, 2010), con ello la cantidad de ácidos grasos saturados podría

ser menor. Además, la biohidrogenación es más intensa cuando la dieta está compuesta en su totalidad por forraje (Kucuk *et al.*, 2001; Lee *et al.*, 2006), situación que posiblemente no sucedió en nuestra investigación porque las dietas estuvieron conformadas por otros ingredientes, permitiendo menor tiempo del alimento en el rumen, y por consiguiente menor cantidad de sustrato susceptible de biohidrogenación, como los ácidos grasos poliinsaturados que se encuentran en la alfalfa y los demás ingredientes de la dieta (Demirel *et al.*, 2006), con lo que posiblemente se deposite mayor cantidad de ácidos grasos insaturado en el musculo del animal. La posibilidad de una menor biohidrogenación en nuestra investigación, a pesar de haber utilizado porcentajes elevados de alfalfa, podría ser corroborado con la menor cantidad de ácido esteárico en la carne de los animales que recibieron mayor cantidad de alfalfa (40%), dado que Demirel *et al.* (2006) mencionan que el ácido esteárico es uno de los ácidos grasos principales que pasan al intestino delgado de los rumiantes, a consecuencia del proceso de hidrólisis y biohidrogenación, y por tanto, el principal ácido graso disponible para su absorción intestinal en los rumiantes (Bas y Morand-Fehr, 2000).

La importancia del uso de la alfalfa y su efecto en el contenido de ácidos graso de la carne, radica en el beneficio que representaría para el consumidor adquirir un producto cárnico con menor contenido de ácidos saturados (Valenzuela, 2008).

CONCLUSIONES

Incrementar el porcentaje de alfalfa en la dieta de borregos Pelibuey no afectó en general la composición química ni las características físico-químicas de la carne. Sin embargo, redujo la proporción de ácidos grasos saturados e incrementó los insaturados y omega 3, pudiendo ser éste aspecto, un punto atractivo para el productor desde el aspecto económico, al darle un valor agregado a la carne.

Con base a esto, la alfalfa puede ser considerada como un ingrediente base en la alimentación de borregos para mejorar la calidad de la carne. Sin embargo, es necesario realizar más investigación que confirmen los resultados aquí presentados, considerando las diferentes formas de utilización de la alfalfa, así como también en otra especie animal en sus diferentes etapas de producción.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Gobierno de México, a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada al primer autor los estudios de Maestría. También agradecemos al Fideicomiso No. 167304 y la Línea 7 (Inocuidad, calidad de alimentos y bioseguridad), del Colegio de Postgraduados, por financiar parcialmente esta investigación. Así mismo, al Laboratorio de Bioquímica de Macromoléculas de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, y al Instituto Nacional de Ciencias Medicas y Nutrición Salvador Zubirán por el apoyo otorgado para la realización esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Almela, E., Jordán, M. J., Martínez, C., Sotomayor, J. A., Bedia, M. y Bañón, S. 2009. El flavor de la carne cocinada de cordero. *EUROCARNE*. 178: 01-12.
- AOAC, 2005. *Official Methods of Analysis*. Edition 18. Association of Official Analytical Chemists. Washington, 29 DC, EE.UU.
- Appeddu, L. A., Ely, D. G., Aaron, D. K. Deweese, W. P. and Fink, E. 2004. Effects of supplementing with calcium salts of palm oil fatty acids or hydrogenated tallo won ewe production and twin lamb growth. *J. Anim. Sci.* 82:2780-2789.
- Badui, D. S. 2006. *Química de los alimentos*. Cuarta edición. Pearson Educación d México , S. A. de C. V. 24 p.
- Bas, P. y Morand-Fehr, P. 2000. Effect of nutriotional factor son fatty acid composition of lamb fat deposits. *Livestock Production Science*. 64: 61-79.
- Bhatti, S. A., Bowman, J. G. P., Firkins, J. L., Grove, A. V. and Hunt, C. W. 2008. Effect of intake level and alfalfa substitution for grass hay on ruminal kinetics of fiber digestion and particle passage in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 86:134–145.

- Bianchi, G., Garibotto, G., Forichi, S., Zabala, A., Benia, P., Feed, O., Franco, J., Ballesteros, F. y Bentancur, O. 2006. Efecto del sistema de refrigeración sobre la calidad de la carne de corderos pesados Dohne Merino x Corriedale. *Revista Argentina de Producción Animal*. 26: 217-224.
- Cano, E. T., Peña, B. F., Martos, P. J., Domenech, G. V., Alcalde, A. M. J., García, M. A. Herrera, G. M., Rodero, S. E. y Acero, C. R. 2003. Calidad de la canal y de la carne en corderos ligeros de raza Segureña. *Arch. Zootec*. 52: 315-326.
- Castro, G. M. I. 2002. Ácidos grasos omega 3: beneficios y fuentes. *INCI*, 27 (3): 128-136. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442002000300005&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0378-1844.
- Ceseri, M., Giuseppe, L. y Maggioni, A. P. 2006. Importancia de los ácidos grasos omega-3 en la prevención secundaria del infarto agudo de miocardio. *Rev Esp Cardiol Supl*. 6: 62-71.
- Church, D. C., Pond, K. R. y Pond, W. G. 2007. *Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales*. Editorial Limusa S.A. de C.V. México.
- Dannenberger, D., Nuernberg, K., Nuernberg, G., Scollan, N., Steinhart, H. and Ender, K. 2005. Effect of pasture vs. Concentrate diet on CLA isomer distribution in different tissue lipids of beef cattle. *Lipids*. 40 (6): 589-598.
- Demirel, G., Ozpinar, H., Nazli, B. and Keser, O. 2006. Fatty acids of lamb meat from two breeds fed different forage: concentrate ratio. *Meat Science*. 72: 229-235.

- Félix, U. L., Felix, U. D., Rubio, L. M. S. Méndez, M. R. D. y Trujillo, G. A. M. Análisis comparativo de carne y productos cárnicos de cabrito Alpino Francés y Alpino Francés (3/4) con Boer (1/4). *Tec. Pecu. Mex.* 39(3): 237-244.
- FAO. 2000. Inocuidad y calidad de los alimentos en relación con los piensos. 22^a Conferencia regional de la FAO para Europa del 24-28 de julio. Oporto, Portugal.
- García, de M. E. 1989. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 3^a edición. México, D. F. UMAN, Instituto de Geografía.
- Garibotto, G., Bianchi, G., Franco, I., Bentancur, O., Perrier, J. y González, J. 2003. Efecto del sexo y del largo de lactancia sobre el crecimiento, características de la canal y textura de la carne de corderos Corriedale sacrificados a los 5 meses de edad. *Agrociencia.* 7 (1): 19-29.
- Germano, C. R., Malveira, B. A. S., Suely, M. M., Gonzaga, N, S, Ramos, E. Q. C., Araújo, F. J. T., Selaive, V. A. 2009. Physical and chemical characterization of lamb meat from different genotypes, submitted to diet with different fibre contents. *Small Ruminant Research.* 81: 29-34.
- Guerrero, L. I., Ponce A. E, y M. L. Pérez. 2002. Curso práctico de tecnología de carnes y pescado. Universidad Metropolitana Unidad Iztapalapa. D.F., México. 171p.
- Hargreaves, A., Barrales, L., Peña, I., Larraín, R. y Zamorano, L. 2004. Factores que influyen en el pH último e incidencia de corte oscuro en canales de bovinos. *Cien. Inv. Agr.* 31 (3): 155-166.
- Hernández, C. L., Ramírez, B. J. E., Guerrero, L. M. I., Hernández, M. O., Crosby, G. M. M. y Hernández, C. L. M. 2009. Effects of crossbreeding on carcass and meat quality of Mexican lambs. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 61(2): 475- 483.

- Jahn, B. E., Vidal, V. A. y Soto, O. P. 2000. Sistema de producción de leche basado en alfalfa (*Medicago sativa*) y maíz (*Zea mays*) para la zona centro sur. II consumo y calidad del forraje. *Agricultura Técnica*. 60 (2): 99-111.
- Jaramillo, L. E., Molinar, H. F., Leos, M. J. A., e Hinojosa, A. M. C. 2008. Efecto de la dieta en corderos de lana y pelo sobre la ganancia diaria de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y características de la canal. *Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ*. 6: 131- 139.
- Kucuk, O., Hess, B. W., Ludden, P. A. and Rule, D. C. 2001. Effect of forage:concentrate ratio on ruminal digestion and duodenal flow of fatty acids in ewes. *J. Anim. Sci.* 79: 2233-2240.
- Larraín, R. E., Schaefer, D. M., Arp, S. C., Claus, J. R. and Reed, J. D. 2009. Finishing steers with diet based on corn, high-tannin sorghum, or a mix of both: feedlot performance, carcass characteristics, and beef sensory attributes. *J. Anim. Sci.* 87: 2089-2095.
- Lawrie, R. A. and Ledward, D. A. 2006. Lawrie's meat science. Woodhead Publishing. Seventh English edition. Cambridge, England.
- Lee, M. R. F., Connelly, P. L., Tweed, J. K. S. Dewhurst, R. J., Merry, R. J. and Scollan, N. D. 2006. Effects of high-sugar ryegrass silage and mixtures with red clover silage on ruminant digestion. 2. Lipids. *J. Anim. Sci.* 84: 3061-3070.
- López, P. M. G., Rubio, L. M. S. y Valdés, M. S. E. 2000. Efecto del cruzamiento, sexo y dieta en la composición química de la carne de ovinos Pelibuey con Rambouillet y Suffolk. *Vet. Méx.* 31(1): 11-19.
- Lough, D. S., Solomon, M. B., Rumsey, T. S., Kahl, S. and Slyter, L. L. 1994. The effects of high-forage diets with added palm oil on performance, plasma lipids, and carcass characteristics of ram lambs with initially high or low plasma cholesterol. *J. Anim. Sci.* 72: 330-336.

- Madruga, M. S., Hauss, S. W., Rosales, M. D., Gloria C. M. G. and Farias, R. J. L. 2005. Qualidade da carne de cordeiros Santa Ines terminados com diferentes dietas. R. Bras. Zootec. 34 (1): 309-315.
- Madruga, M. S., Costa, R. G., Silva, A. M., Marques, A.V. M.S., Cavalcanti, R. N., Narain, N., Albuquerque, C.L.C. and Lira, F. G. E. 2008. Effect of silk flower hay (*Calotropis procera* Sw) feeding on the physical and chemical quality of *Longissimus dorsi* muscle of Santa Inez lambs. Meat Science. 78: 469-474.
- Mancini, R. A. y Hunt, M. C. 2005. Current research in meat color. Meat Science. 71: 100-121.
- Martínez, M. A. L., Oéerez, H. M., Pérez, A. L., Gómez, C. G. y Carrión, P. D. 2010. Metabolismo de los lípidos en los rumiantes. REDVET. Revista electrónica de veterinaria, 11 (8): 01-21. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n080810/081004.pdf>.
- Medrano, J. A. 2000. Recursos animales locales del centro de México. Arch. Zootec. 49: 385-390.
- Morales, M. M., Martínez, D. J. P., Torres, H. G. y Pacheco, V. J. E. 2004. Evaluación del potencial para la producción ovina con el enfoque de agroecosistemas en un ejido de Veracruz, México. Tec. Pecu. Mex. 42 (3): 347-359.
- Murphy, R. Y. and Marks, B. P. 2000. Effect of meat temperatura on proteins, texture, and cook loss for ground chicken breast patties. Poultry Science. 79:99-104.
- Noci, F., Monahan, F. J., French. P. and Moloney, A. P. 2005. The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of pasture-fed beef heifers: Influence of the duration of grazing. J. Anim. Sci. 83: 1167-1178.

- Oliete, B., Moreno, T., Carballo, J. A., Monserrat, L. y Sánchez, L. 2006. Estudios de la calidad de la carne de ternera de raza rubia Gallega a lo largo de la maduración al vacío. *Arch. Zootec.* 55 (209): 3-14.
- Panea, B., Sañudo, C., Olleta, J. L. y Civit, D. 2008. Efecto del método de maduración, tiempo de maduración, método de cocinado y espesor de la muestra sobre las características de textura de la carne bovina. *EUROCARNE.* 167: 01-08.
- Partida, P. J., Braña, V. D. y Martínez, R. L. 2009. Desempeño productivo y propiedades de la canal en ovinos Pelibuey y sus cruzas con Suffolk o Dorset. *Téc. Pecu. Méx.* 47(3):313-322.
- Peraza, M. G., Jaramillo, L. E. Chávez, H. S. and Alarcón, R. A. D. 2006. Diet effect upon chemical composition of Pelibuey and Polipay x Rambouilletmeat. *Am-Euras. J. Sci. Res.* 1 (1): 08-11.
- Prieto, M., Mouwen, J. M., López, P. S. y Cerdeño, S. A. 2008. Concepto de calidad en la industria agroalimentaria. *INTERCIENCIA.* 33 (4): 258-264.
- Priolo, A., Micol, D. y Agabriel, J. 2001. Effects of grass feeding systems on ruminant meat color and flavour. A review. *Anim. Res.* 50: 185-200.
- Priolo, A., Micol, D. Agabriel, J., Prache, S. and Dransfield, E. 2002. Effect of grass or concentrate feeding systems on lamb carcass and meat quality. *Meat Science.* 62: 179-185.
- Rearte, D. 2002. Calidad de carne en los sistemas pastoriles. *IDIA XXI. Revista de información sobre investigación y desarrollo agropecuario.* Año II (2): 13-18.

- Sánchez, E. A., Torrescano, U. G. R., Camou, A. J. P., González, M. N. F. y Hernández, W. G. 2008. Sistemas combinados de conservación para prolongar la vida útil de la carne y los productos cárnicos. *Nacameh*. 2 (2): 124-159.
- Santos-Silva, J., Mendes, I. A. and Bessa, R. J. B. 2002. The effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. 1. Growth, carcass composition and meat quality. *Livestock Production Science*. 76: 17-25.
- SAS, 1999. User's Guide: Statistics. SAS Institute. Cary, North Carolina. USA.
- Scerra, M., Caparra, P., Foti, F., Galofaro, V., Sinatra, M. C. and Scerra, V. 2007. Influence of ewe feeding systems on fatty acid composition of suckling lambs. *Meat Science*, 76: 390-394.
- Steel, G. D. R. y Torrie, H. J. 1989. *Bioestadística: Principios y procedimientos*. Primera edición en español. Editorial McGraw-Hill Interamericana de México, S.A de C. V.
- Schiffner, E., Opper, K. y Lörtzing, D. 2005. *Elaboración casera de carne y embutidos*. Editorial Acriba, S. A. Zaragoza, España. 35 p.
- Teira, G., Perlo, F., Bonato, P., Tisocco, O. 2006. Calidad de carnes bovinas. Aspectos nutritivos y organolépticos relacionados con sistemas de alimentación y prácticas de elaboración. *Ciencia, Docencia y Tecnología*. 33 (17): 173-193.
- Torrescano, U. G., Sánchez, E. A., González, M. N. y Camou, A. J. P. 2008. Tecnología e ingeniería del sacrificio y su repercusión en la calidad de la canal de animales de abasto. *NACAMEH*. 2 (1): 78-94.
- Torrescano, U. G., Sánchez, E. A., Peñuri, M. F., Velázquez, C. J. y Sierra, R. T. 2009. Característica de la canal y calidad de la carne de ovinos pelibuey, engorados en Hermosillo, Sonora. *BIOTecnia*. 11 (1): 41-50.

- Valenzuela, B. A. 2008. Ácidos grasos con isomería trans I. Su origen y los efectos en la salud humana. *Rev. Chil. Nutr.* 35 (3): 162-171.
- Varela, A., Oliete, B., Moreno, T., Portela, C., Monserrat, L., Carballo, J. A. y Sánchez, L. S. 2004. Effect of pasture finishing on the meat characteristics and intramuscular fatty acid profile of steers of the RubiaGallegabreed. *Meat Science.* 67: 515-522.
- Vásquez, R. E., Abadía, B., Arreaza, L. C., Ballesteros, H. H. y Muñoz, C. A. 2007. Factores asociados con la calidad de la carne. II parte: perfil de ácidos grasos de la carne bovina en 40 empresas ganaderas de la región Caribe y el Magdalena Medio. *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria.* 8 (2): 66-73.
- Weston, A. R., Rogers, R. W., and Althen, T. G. 2002. Review: The role of collagen in meat tenderness. *The Professional Animal Scientist.* 18: 107-111.
- Zea, S. J., Díaz, D. M. D. y Carballo, S. J. A. 2007. El efecto del sistema de producción y del sexo en la calidad de la carne de vacuno joven. *Arch. Zootec.* 56 (216): 817-828.

CONCLUSIONES GENERALES

Bajo las condiciones en las que se desarrolló el experimento, los indicadores de producción y productividad de la engorda de borregos Pelibuey no se alteraron con la inclusión de alfalfa a la dieta, así como tampoco, la composición química y las características físico-químicas de la carne de estos animales. Sin embargo, redujo la proporción de ácidos grasos saturados e incrementó en los insaturados y omega 3.

Con base a esto, la alfalfa como ingrediente en la dieta de finalización puede resultar atractivo para el productor desde el punto de vista económico, al mejorar el beneficio económico siempre que mantenga una relación de precio con los granos energéticos e ingredientes energético-proteínicos. Además, de poder darle un valor agregado a la carne por tener una mayor proporción de ácidos grasos insaturados.

Sin embargo, es necesario realizar más investigación que confirmen los resultados aquí presentados, considerando las diferentes formas de utilización de la alfalfa, corte, pastoreo y peletizado, así como también en otra especie animal en sus diferentes etapas de producción.