



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

**POSTGRADO EN RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GANADERÍA.**

PRUEBAS DE CRECIMIENTO Y CALIDAD DE LA CARNE DE OVINOS HAMPSHIRE-SUFFOLK Y PELIBUEY

JUAN CARLOS TORRES RAMÍREZ

T E S I S

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

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

ABRIL, 2013

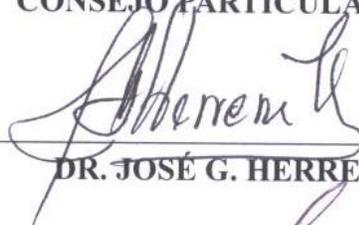
La presente tesis, titulada: **Pruebas de crecimiento y calidad de la carne de ovinos Hampshire-Suffolk y Pelibuey**, realizada por el alumno: **Juan Carlos Torres Ramírez**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

RECURSOS GENETICOS Y PRODUCTIVIDAD GANADERIA

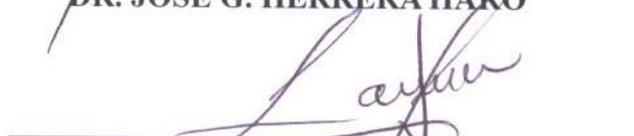
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



DR. JOSÉ G. HERRERA HARÓ

ASESOR



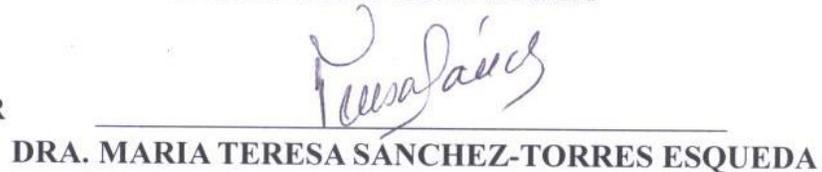
DR. RICARDO BARCENA GAMA

ASESOR



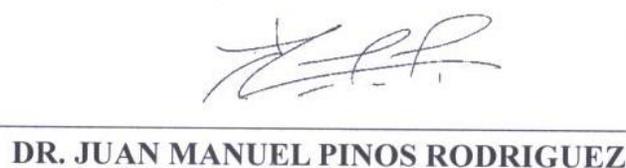
DR. BENIGNO RUIZ SESMA

ASESOR



DRA. MARIA TERESA SANCHEZ-TORRES ESQUEDA

ASESOR



DR. JUAN MANUEL PINOS RODRIGUEZ

Montecillo, Texcoco, Estado de México, abril 2013.

EFFECTO DEL TIPO DE DIETA EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y CARACTERISTICAS DE LA CARNE DE OVINOS HAMPSHIRE-SUFFOLK Y PELIBUEY

Juan Carlos Torres Ramírez, MC
Colegio de Postgraduados, 2013

Resumen General

Se realizó un estudio para evaluar el efecto de dietas sorgo y maíz-soya en la ganancia diaria de peso (GDP), consumo de alimento (CON), conversión alimenticia (CA), espesor de la grasa dorsal del músculo del lomo (EGAML) y área del músculo del lomo (AML) en corderos Hampshire x Suffolk (HS) y Pelibuey (PB). Los corderos fueron alojados en corraletas individuales y alimentados *ad libitum*. EGAML y AML fueron medidos entre la 12^a and 13^a costilla con ultrasonido. Los corderos fueron asignados aleatoriamente a las dietas en un diseño completamente al azar. El peso inicial de los corderos (n=30) varió de 26 a 27 kg con 3 y 4 meses de edad, respectivamente par HS y PB. La duración de la prueba fue de 75 d; los primeros 15 días fueron de adaptación a la dieta. Al término del periodo de engorda (60 d), se sacrificaron cuatro corderos de cada dieta y se evaluó el peso de la canal caliente (PCC) y fría (PCF), rendimiento en canal (RC), pH, textura (TEX) y color de la carne. Los corderos HS alimentados con dietas maíz- soya (T₂ y T₃) tuvieron mejores PF y AML (P<0.05) que aquellos alimentados con sorgo-soya. No hubo diferencias (P>0.05) en las demás variables evaluadas, cuyos promedios fueron: PF, 47.4±1.1 y 38.8±0.65 kg; GDP, 0.372±0.01 y 0.224±0.09 g; CA, 4.6±0.18 y 6.27±0.38, respectivamente. Así mismo, los valores de AOC y EGD fueron de 10.87±0.10 y 9.86±0.26 cm²; 3.80±0.10 y 2.80±0.10 mm, para corderos HS y PB, respectivamente. Se observaron diferencias (P<0.05) en PCC, PCF y RCC, siendo mejor la dieta maíz-soya (T₂) en corderos H x S, lo cual no ocurrió en PB (P>0.05). No se observaron diferencias entre tratamientos (P>0.05) en pH y color de la carne, presentando valores similares entre genotipos. Se concluye que los tratamientos maíz-soya evaluados (T₂ y T₃) tuvieron una tendencia (P<0.10) a presentar promedios más altos en las variables de comportamiento analizadas, no observando diferencias, dentro de genotipo, en las características de la carne.

Palabras claves: Comportamiento productivo, calidad de carne, corderos.

EFFECT OF DIET ON GROWTH PERFORMANCE AND MEAT CHARACTERISTICS

PELIBUEY AND HAMPSHIRE SHEEP- SUFFOLK

Juan Carlos Torres Ramírez, MC
Colegio de Postgraduados, 2013

Abstract

A study was conducted to evaluate the effect of dietary sorghum and corn-soy in daily gain (ADG), feed intake (CON), feed conversion (FC), backfat thickness of loin muscle (LMFT) and loin muscle area (LMA) in Hampshire x Suffolk lambs (HS) and sheep (PB). The lambs were housed in individual pens and fed ad libitum. LMFT and AML were measured between the 12th and 13th rib with ultrasound. The lambs were randomly assigned to diets in a completely randomized design. The initial weight of lambs ($n = 30$) ranged from 26 to 27 kg with 3 and 4 months of age, respectively couple HS and PB. The test duration was 75 d, the first 15 days were adaptation to the diet. At the end of the fattening period (60 d), from each diet were slaughtered and assessed the hot carcass weight (PCC) and cold (PCF), carcass yield (RC), pH, texture (TEX) and meat color. HS lambs fed corn-soybean diets (T_2 and T_3) had better PF and AML ($P < 0.05$) than those fed sorghum-soybean. There were no differences ($P > 0.05$) in the other variables assessed, whose averages were: PF 47.4 ± 1.1 and 38.8 ± 0.65 kg; GDP, 0.372 ± 0.01 and 0.224 ± 0.09 g; CA, 4.6 ± 0.18 and 6.27 ± 0.38 , respectively. Likewise, the values of AOC and EGD were of 10.87 ± 0.10 and 9.86 ± 0.26 cm²; 3.80 ± 0.10 and 2.80 ± 0.10 mm, in HS and PB, respectively. Differences were observed ($P < 0.05$) in PCC, PCF and RCC, being better the diet corn-soya (T_2) in lambs H x S, lo which didn't happen in PB ($P > 0.05$); pH and meat color were not different among treatments ($P > 0.05$), with similar values among genotypes. The corn-soybean treatment (T_2 and T_3) showed higher averages ($P < 0.10$) on productive performance, with similar values in the characteristics of the meat for HS and PB.

Key words: Growth performance, meat quality, lambs.

AGRADECIMIENTOS

Al consejo nacional de ciencia y tecnología (CONACYT), por el apoyo económico otorgado, para la realización de mis estudios de maestría.

A la Línea de Investigación Número 7: Inocuidad, calidad de alimentos y bioseguridad por su apoyo económico y facilidades otorgadas para la realización de esta investigación.

Al Colegio de Postgraduados y en particular al Postgrado de **Recursos Genéticos – Ganadería**, por aceptarme como estudiante y formarme como Maestro en Ciencias.

AGRADECIMIENTOS

En especial al Dr. José G. Herrera Haro, por el apoyo incondicional en la dirección de esta investigación, su invaluable asesoría, consejos, disposición, por ser un ejemplo a seguir y sobre todo por su valiosa orientación para mi formación integral.

Al Dr. Ricardo Barcena Gama por su asesoría, disponibilidad y amistad durante mi estancia en el CP.

Al Dr. Benigno Ruiz Sesma, por su apoyo incondicional, paciencia y amistad durante mis estudios de maestría.

A la Dra. María Teresa Sánchez Esqueda, por su disponibilidad y formar parte de mi consejo particular.

Al Dr. Juan Manuel Pinos Rodríguez, por ser parte de mi consejo particular.

Al M.V.Z. José Luis Cordero por valioso apoyo en fase de campo donde se realizó dicha investigación.

A mis compañeros y amigos del programa de Ganadería del Colegio de Posgraduados, por su apoyo y amistad durante la realización del posgrado.

DEDICATORIAS

A **Dios** por darme la vida, la voluntad y las fuerzas para salir adelante en cada nuevo reto. Por mantenernos a mi familia y a mí con bien lejos de mi hogar y por rodearnos de grades personas y amigos.

A mis padres: **Mario y Loli**, por sus invaluables consejos y orientación, por el apoyo incondicional en todo momento, enseñanzas y consejos a lo largo de mi vida. Por haberme dado a los mejores hermanos (**Francisco, Xiomara, José Luis, Lesvi y Adriana**) quienes han sido mis ángeles y nunca me han dejado solo, y espero que la vida me conceda regresarle a esta hermosa familia un poco de lo mucho que me ha dado.

A mis sobrinos (**Emmanuel, Valeria, Liliana, Anahí, Juan Diego, Juan Pablo Edgardo y Mairim**) a quienes sin distinción les comento, que esto es una muestra de algo que se puede hacer en la vida, y que espero con gran ilusión que la mayoría de ustedes lleguen a graduarse de una carrera universitaria.

Lista de cuadros

Cuadro 1. Composición química de la carne de ovino	15
Cuadro 2. Factores que influyen sobre algunos parámetros relacionados con la calidad de la canal	15
Cuadro 3. Composición nutricional de dietas experimentales.....	45
Cuadro 4. Comportamiento productivo de corderos Hampshire - Suffolk alimentados con dietas sorgo y maíz	49
Cuadro 5. Comportamiento productivo de corderos Pelibuey alimentados con dietas sorgo y maíz.....	52
Cuadro 6. Características de la canal de corderos Hampshire x Suffolk alimentados con maíz y sorgo.....	68
Cuadro 7. Características de la canal de corderos Pelibuey alimentados con maíz y sorgo.	70

Lista de figuras

Figura 1. Principales estados productores de ovinos.....	4
Figura 2. Precios de la carne en canal de ganado ovino.....	5
Figura 3. Corderos Hampshire x Suffolk y Pelibuey utilizados en la investigación en dos experimentos.....	8
Figura 4. Muestra de carne para la determinación de color.....	23
Figura 5. Muestras de carne empleadas para la determinación de textura.....	25
Figura 6. Procedimiento para determinar grasa dorsal utilizando un transductor lineal.....	27
Figura 7. Ganancia diaria de peso de corderos Hampshire x Suffolk y Pelibuey alimentados con dietas.....	48
Figura 8. Conversión alimenticia en ovinos Hampshire x Suffolk y Pelibuey con una dieta.....	51
Figura 9. Canal caliente después del sacrificio.....	61
Figura 10. Canal fría en la cámara de refrigeración.....	62
Figura 11. Lectura del pH en canal con la utilización del potenciómetro.....	62
Figura 12. Muestras de carne para la lectura de los índices de color.....	63
Figura 13. Muestras empleadas para la determinación de color.....	64

Lista de Contenido

	Pag.
I. INTRODUCCIÓN	1
HIPOTESIS	2
OBJETIVOS GENERALES.....	2
OBJETIVOS PARTICULARES	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Situación de la ovinocultura Nacional.....	4
2.2 Sistemas de producción ovina en México	6
2.3 Pruebas de comportamiento.....	7
2.4 Contexto mundial de los granos	8
2.5 El uso de granos en la alimentación de rumiantes en México.....	10
2.6 Calidad de la canal	13
2.7 Composición química de la carne.....	14
2.8 Factores que influyen en la calidad de la canal	15
2.9 Rendimiento de la canal	25
2.10 Predicción de la composición de la canal utilizando ultrasonido.....	27
III. LITERATURA CITADA.....	28
RESUMEN	40

<i>ABSTRACT</i>	41
INTRODUCCIÓN	42
MATERIALES Y METODOS	44
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
CONCLUSIONES.....	53
LITERATURA CITADA.....	54
CAPITULO 2. CARACTERÍSTICAS DE LA CARNE EN OVINOS HAMPSHIRE- SUFFOLK AND PELIBUEY USANDO DOS FUENTES DE GRANO EN LA DIETA	58
RESUMEN	58
ABSTRACT	59
INTRODUCCIÓN	60
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	66
CONCLUSIONES.....	71
LITERATURA CITADA.....	72

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería ovina en México tiene gran relevancia dentro del sector primario, por ser fuente de empleo para productores de bajos recursos económicos, proporcionar alimento de buena calidad proteica para la población, así como materias primas para su vestido y artesanías. Según Gómez (2008) hay una demanda creciente de carne ovina en los mercados del centro del país: Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Querétaro y Morelos, la cual no se cubre con la producción nacional, por lo cual se recurre a importaciones de ganado en pie y de carne congelada de Estados Unidos, Nueva Zelanda y Australia, principalmente (Arteaga, 2003). Debido a esta demanda la producción ovina en México ha transformado sus sistemas extensivos en intensivos, empleando razas muy diversas, principalmente Suffolk, Hampshire, Rambouillet o Black Belly y Pelibuey (López, *et al.*, 2000).

En la búsqueda de insumos económicos y de fácil disponibilidad para la alimentación del ganado se evalúan diferentes ingredientes, mediante pruebas de crecimiento o comportamiento usando corderos recién destetados. En esta evaluación se realiza la medición de la ganancia diaria el consumo de alimento y la conversión alimenticia, además de algunas características de la canal (Herrera, *et al.*, 2003). Dos de las principales fuentes de energía en las dietas para engorda de animales son el maíz y el sorgo. El maíz es el cultivo más importante de México donde se produce alrededor de 18.2 millones de toneladas en una superficie de 8.5 millones de hectáreas. Sin embargo, la mayor parte del maíz es destinado a consumo humano, siendo México el mercado más grande de maíz en el mundo, representando el 11% del consumo mundial. En lo que respecta al sorgo es el segundo grano más producido en

nuestro país, aunque su uso es únicamente como alimento para ganado, su producción en el 2009 alcanzó 31.3 millones de toneladas y es el principal ingrediente en la formulación de alimentos balanceados, por lo que la producción pecuaria intensiva se encuentra altamente correlacionada con la producción de sorgo (FINANCIERA RURAL, 2011a). Estos dos insumos energéticos difieren en cuanto a su calidad nutritiva, por lo que se podría suponer diferencias en las características productivas y de la canal al utilizar uno u otro ingrediente en la alimentación animal. Por lo que el objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la inclusión de maíz o sorgo en la ganancia de peso (GP), consumo de alimento total (CAT), conversión alimenticia (CA) y las características de la canal en corderos cruza Suffolk x Hampshire y Pelibuey.

HIPOTESIS

La inclusión de maíz ó sorgo o su combinación en las dietas de ovinos Hampshire-Suffolk en pruebas de comportamiento, pueden modificar sus características de crecimiento y características de la carne.

OBJETIVOS GENERALES

Evaluar el desempeño productivo de ovinos Suffolk x Hampshire y Pelibuey en pruebas de crecimiento con dietas a base de maíz y sorgo.

Evaluar las características de la canal de ovinos Hampshire y Pelibuey en pruebas de crecimiento con dietas a base de maíz y sorgo.

OBJETIVOS PARTICULARES

Realizar una prueba de crecimiento para evaluar la ganancia diaria de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, espesor de la grasa dorsal del músculo del lomo y área del músculo del lomo en corderos Hampshire-Suffolk y Pelibuey usando dietas a base de maíz y sorgo.

Evaluar rendimiento en canal y algunas características de la carne: pH, color y textura en corderos Hampshire-Suffolk y Pelibuey usando dietas a base de maíz y sorgo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Situación de la ovinocultura nacional

En México, la ovinocultura es una actividad importante como generadora de ingresos y empleos para muchas familias del campo, ocupa el lugar 37 a nivel mundial en el inventario de ovinos, su producción nacional tiene un inventario de 8, 818,411 ovinos (SIAP, 2011) y el producto interno bruto representa de 1 a 2 %. Los estados de Hidalgo, Oaxaca y Estado de México poseen el mayor número de ovinos. Dentro de los países más productivos se encuentran China, Australia, India, Irán, Sudan, Nueva Zelanda y Reino Unido, que juntos poseían alrededor del 47.9 % del total mundial en el 2003. En México se observa un crecimiento anual de 1.1%, superado por Bolivia con 1.4% y Perú con 1.7% (SIAP, 2011).

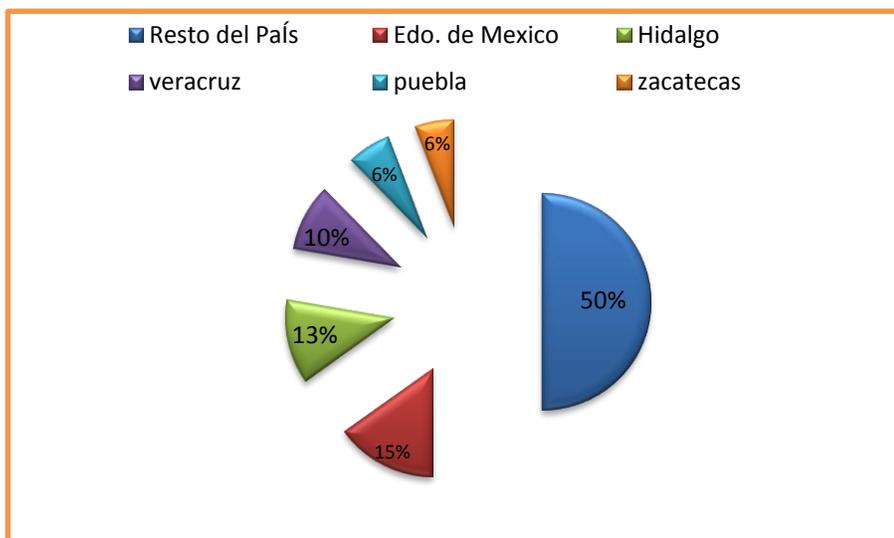


Figura 1. Principales estados productores de ovinos. Fuente: SIAP, 2011

Los principales estados productores son: Estado de México (7,637 ton), Hidalgo (6,645 ton), Veracruz (4,691 ton) y Puebla (3,556 ton), que concentran el 44% de la

producción nacional (Figura 1). Sin embargo la demanda nacional no se ha podido satisfacer, generando un déficit que es cubierto con importaciones. En 1995 el consumo nacional de carne de ovino ascendía a 50,835.50 ton, existiendo un déficit de 20,948.50 toneladas de carne lo cual representaba el 40% del consumo nacional (SIAP, 2011).

La producción de ganado ovino ha tenido un marcado aumento desde hace algunos años, en 1995 se producían en México 29,887.00 toneladas de carne que representaba cerca del 60% del consumo nacional; para el año 2011, la producción de carne en canal fue de 1, 025,540 toneladas, la cual se distribuyó en 0.4% de la producción ovina y de sacrificio para el ganado ovino obtuvo de 7.8 millones en el país, (INEGI, 2011).

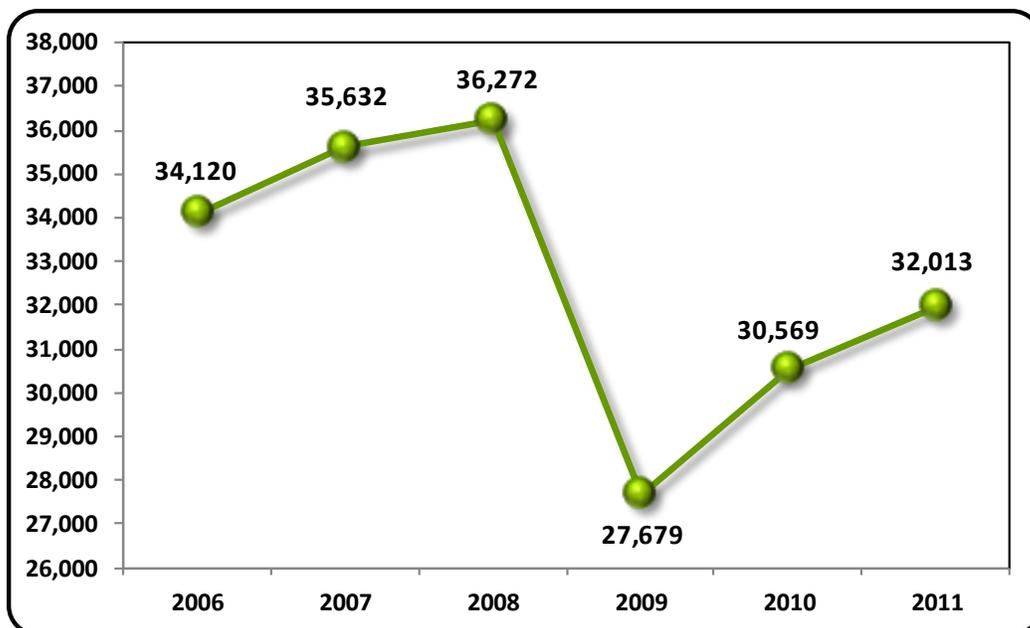


Figura 2. Precios de la carne en canal de ganado ovino. Fuente: INEGI, 2011

En 2011, el precio medio por tonelada de carne en canal del ganado ovino creció 10.4%, ubicándose en \$32,013.00 ton⁻¹, lo que significó un crecimiento anual de 5% (Figura 2), registrándose los mayores aumentos en Nayarit (17.9%), Colima (13.2%), Querétaro (11.9%), Sonora (11.5%), Hidalgo (11.2%), Guanajuato (11.2%), Zacatecas (11%), Coahuila (11%), Sinaloa (10.9%) y Tamaulipas (10.8%).

2.2 Sistemas de producción ovina en México

La alimentación de corderos es uno de los factores que afecta más los costos productivos (entre un 50 y 80%), de ahí se entiende que afecta de manera fundamental la rentabilidad del sistema y su viabilidad económica estará condicionada a la capacidad del productor en un plan de alimentación funcional a los objetivos del sistema productivo. En este sentido, el diseño de un buen manejo alimentario estará determinado por el tipo de producto que se quiere obtener del sistema ya que la alimentación que reciba el animal, tanto cualitativa como cuantitativamente, definirá algunos indicadores de la calidad de la carne a comercializar (Moya, 2003).

Arteaga (2003) menciona que la explotación del ganado ovino se orienta principalmente para la obtención de carne, seguido por la producción de lana y leche, realizándose esta en forma tradicional, teniendo como objetivo de servir de ahorro para los propietarios. En el centro del país, los rebaños se caracterizan por tener animales encastados de razas especializadas para carne como Suffolk y Hampshire, en el trópico predominan las razas de pelo Pelibuey, Blackbelly, Katahdin y Dorper y animales tipo Criollo sin fenotipo definido en el 75% de los rebaños nacionales.

Generalmente la población ovina es realizada en explotaciones rurales, los propietarios son campesinos con recursos financieros y tecnológicos limitados y la

actividad tiene la característica de ser de tipo familiar complementaria y secundaria a las actividades agrícolas (Cuellar, 2006).

2.3 Pruebas de comportamiento

Las pruebas de comportamiento permiten evaluar el crecimiento de corderos, una vez terminada su fase de destete, basándose en el comportamiento propio del animal, enfocándose a la obtención y de futuros progenitores (Solís, 2002). En esta prueba se evalúan rasgos del animal vivo, como ganancia de peso, conversión alimenticia y características de la canal, comparando animales en condiciones similares de alimentación y manejo (Figura 3), generalmente en corraletas individuales (Bourdon, 1997). La desparasitación y aplicación de vitaminas al inicio de la prueba es la misma para todos los animales y se verifica que los animales se encuentren saludables.

El registro productivo comienza con el peso al inicio de la prueba. Durante los primeros 15 días se les proporciona una dieta de adaptación, posterior a este periodo se les proporciona una dieta estándar, registrándose el peso en forma periódica durante 60 días, de manera que al finalizar la prueba se tenga una estimación del rendimiento individual de cada animal y se pueden comparar animales entre sí, cuyo desempeño es el resultado de la herencia genética individual, del impacto acumulativo de los factores ambientales a los que fue expuesto y de su interacción entre ellos. Esta prueba permite la identificación individual y evaluación de animales jóvenes sobresalientes, principalmente machos, lo que incrementa el progreso genético por generación (Herrera *et al.*, 2003).



Figura 3. a), b) y c) corderos Hampshire x Suffolk y Pelibuey utilizados en la investigación en dos experimentos.

El peso y la ganancia posdestete en ovinos, son características importantes debido a su asociación genética (h^2 superior a 0.40) con la eficiencia en la transformación de alimento en carne, cuyo potencial genético es relativamente libre de influencia de la madre (Solís, 2002). En México, existe la necesidad de hacer evaluaciones de animales jóvenes, dada la baja calidad genética de los rebaños ovinos e incentivar dichas pruebas mediante una transferencia de tecnología apropiada que propicie su adopción (Bores y Vega, 2003).

2.4 Contexto mundial de los granos

En países desarrollados la alimentación de especies pecuarias se basa en gran medida en granos, pero hay variación entre los sistemas de producción; así, en raciones para rumiantes se usa una mayor proporción de forrajes y por tanto existe una mayor variación en la proporción de granos empleados en las dietas que en no rumiantes. En la alimentación animal se deben usar alimentos con nutrientes en las cantidades requeridas para un óptimo desempeño económico, pero los cereales no contienen el balance de nutrientes necesario, por lo que se mezclan con otros ingredientes para lograr fórmulas adecuadas (FINANCIERA RURAL, 2011b).

La industria mundial de alimentos para especies pecuarias produjo 626 millones de toneladas en el 2006 y su mayor componente corresponde a cereales, pero se incluyen también subproductos agroindustriales, otros nutrientes y aditivos. El 70 % de esa producción proviene de los Estados Unidos, la Unión Europea, China y Brasil, con 145, 142, 96 y 48 millones de toneladas. En la lista sigue México con 25 millones de toneladas, producción mayor que la de cualquier país de la Unión Europea, por lo cual sería el cuarto país productor (FAO, 2008).

Por décadas, el mercado global agrícola se había caracterizado por el aumento creciente en los niveles de producción y productividad, una débil demanda y una baja significativa en los precios agrícolas y de alimentos. Desde 1973 al 2000 los precios de los alimentos disminuyeron 60 % y los precios agrícolas 55% (Schmidhuber, 2006). El reciente aumento en los precios de los alimentos no puede ser explicado únicamente por el crecimiento en la producción de biocombustibles; sin embargo, la relación del aumento en la demanda y producción de este energético y el aumento en los precios de los productos agrícolas se observa en los productos utilizados en la producción de energías alternativas (González, 2008). El efecto que puede tener el desvío de granos, como el maíz, para la producción de biocombustibles en lugar de su destino para la elaboración de dietas para animales, debe contemplar también la superficie que deja de sembrarse para producir materias primas dirigidas a la producción de biocombustibles. Un caso así se ha presentado en los Estados Unidos donde el alza en los precios del maíz desde el 2006 al 2007 causó un aumento de 18 % en las plantaciones de este cultivo, ocasionando una reducción de la superficie destinada a soya y trigo (FINANCIERA RURAL, 2011b).

2.5 El uso de granos en la alimentación de rumiantes en México

La tendencia en la fabricación de alimentos para ganado es creciente en México, donde el sector avícola demanda más del 50 % de la producción nacional, seguido por bovinos de leche, porcicultura y bovinos de carne FIRA, (2008). informó que el maíz es el principal ingrediente de las dietas para el ganado (60 % del total), seguido por sorgo (38 %) y trigo (2 %). Además, es el grano más importante para la alimentación nacional, en forma de tortillas, cuya industria se ha mantenido relativamente estable (FINANCIERA RURAL, 2011a), cuya oferta de 24 millones de toneladas está soportada básicamente por la producción (FIRA, 2008). No obstante, México no es autosuficiente en la producción de maíz, sorgo y trigo, por lo cual requiere realizar importaciones periódicas.

El balance entre la disponibilidad de maíz blanco para la industria y el consumo, muestra un pequeño excedente, pero es insuficiente para un inventario óptimo, siendo altamente vulnerable ante la demanda de maíz por la industria pecuaria. En el caso de maíz amarillo, destinado en su mayor parte a la industria pecuaria y en menos proporción a la industria alimentaria, existe un déficit cercano a las 9 millones toneladas que se cubre mediante importaciones. México tampoco es autosuficiente en sorgo y hay un déficit aproximado de 2.5 millones toneladas, que se cubren con importaciones (FINANCIERA RURAL, 2011a).

Digestión del almidón en el rumen. La tasa y extensión de la digestión del almidón en el rumen está determinada por la relación intrínseca de varios factores: fuente del almidón, composición de la dieta, cantidad de alimento consumido, alteraciones mecánicas (grado de procesamiento y masticación) y químicas (grado de

hidratación y gelatinización), así como por la adaptación de microorganismos ruminales a la dieta. Los factores para controlar la tasa y extensión de la digestión del almidón son el manejo del consumo de alimento, el procesamiento del grano (molido, rolado en seco o en vapor) y el uso de aditivos alimenticios (Owens *et al.*, 1997).

La hidrólisis del almidón en el rumen es el resultado de la acción por diversas amilasas microbianas que producen oligosacáridos, maltotriosa, maltosa y pequeñas cantidades de glucosa (Cotta, 1988). Las bacterias y protozoarios en el rumen sintetizan amilasas para hidrolizar los gránulos de almidón. Aún no se conoce con exactitud el mecanismo por el cual las bacterias ruminales se adhieren al almidón, pero es posible que se deba a algunas propiedades de la amilasa (Mendoza, 1992). Por su número predominante y diversidad metabólica, las bacterias ruminales son las responsables de la mayor parte de la digestión del alimento en el rumen. Determinadas especies bacterianas pueden digerir el almidón, aunque individualmente no producen todas las enzimas requeridas para digerir los granos de cereales; las especies bacterianas forman un complejo consorcio microbiano digestivo sobre la superficie del grano para digerirlo (McAllister *et al.*, 1994).

La α -amilasa y glucoamilasa son muy importantes en la hidrólisis del almidón en el rumen. La primera, una endohidrolasa, actúa en los enlaces glucosídicos α -1,4 de la amilasa y amilopectina, produciendo oligosacáridos de bajo peso molecular. La glucoamilasa es una exohidrolasa que rompe enlaces α -1,4 del grupo final del almidón y de los fragmentos del almidón producidos por la hidrólisis de amilasa. Esta enzima también puede romper enlaces α -1,6 aunque en forma limitada (Mendoza y Ricalde, 1993). En el rumen la microflora realiza la fermentación del almidón y la tasa de esta

fermentación es variable e influenciada por el tipo de grano, el método de procesamiento, el tipo de dieta y la especie de rumiante (Theurer, 1986). Asimismo, la tasa y extensión de la digestión del almidón puede cambiar según la composición de los ácidos producidos en la fermentación microbiana, el pH ruminal, la cantidad de almidón disponible para la digestión, y la forma química y física del almidón (Theurer, 1986). Estos factores alteran la eficiencia de utilización del almidón y la conversión alimenticia por el rumiante.

Entre 18 y 42 % del almidón de granos de maíz y sorgo puede llegar al intestino delgado para su digestión (Owens *et al.*, 1997). Lo anterior está en función de la tasa de fermentación ruminal de los granos: si es lenta puede causar una incompleta digestión total del almidón en el tubo digestivo, pero si es rápida y el consumo del alimento es alto, la capacidad amortiguadora y de absorción puede no compensar la gran cantidad de ácidos producidos en la fermentación ruminal (Theurer, 1986; Owens *et al.*, 1997).

Fermentación ruminal del almidón. La degradación ruminal del almidón por bacterias amilolíticas ocurre mediante la acción de la α -amilasa extracelular, la cual rompe la molécula del almidón (Yokoyama y Johnson, 1988). Después de la degradación del almidón a maltosa y glucosa, las bacterias sacarolíticas lo fermentan hasta piruvato que es la vía intermedia por la cual todos los carbohidratos deben pasar antes de ser convertidos en ácidos grasos volátiles (AGV). El total de AGV, así como las proporciones molares de acetato, propionato y butirato producidos en el rumen dependen del tipo de carbohidratos fermentados, tiempo y extensión de la degradación, especie bacteriana y ambiente ruminal (Van Soest, 1994), y estos ácidos contribuyen

con más del 95 % de los AGV producidos (Kebreab *et al.*, 2009). En rumiantes los AGV puede contribuir hasta 70 % de los requerimientos energéticos (Bergman, 1990). Las dietas ricas en cereales tienden a producir una mayor proporción molar de ácido propiónico en relación a dietas ricas en forrajes (Orskov, 1986). Al respecto, Kawas *et al.*, (2007) mencionan que las fermentaciones altas en propionato son energéticamente más eficientes.

Precusores de glucosa. Los rumiantes obtienen 25 % o menos de glucosa directamente del almidón, por lo que la gluconeogénesis es la principal la vía para obtener glucosa (Huntington, 2006). Los precursores de glucosa provenientes de la digestión del almidón son las principales fuentes de carbono para la gluconeogénesis y el propionato es cuantitativamente el más importante (Huntington, 2006).

2.6 Calidad de la canal

La calidad de la canal, es el conjunto de características cuya importancia relativa confiere a la canal una máxima aceptación y un mayor precio, actualmente la mayor parte comercial en el mercado de la carne se basan en las características de estas, por ello es importante buscar un sistema que permita determinar la calidad de las mismas, especialmente cuando los mercados son cada vez más abiertos (Oliván *et al.*, 2000).

El valor económico de la canal depende fundamentalmente de su calidad cuantitativa, entendida como la cantidad y distribución de la carne que se obtiene de ella; este concepto engloba la composición regional o por piezas de diferentes categorías, y la composición tisular o proporción de cada tipo de tejido: hueso, músculo y grasa (Ruiz de Huidobro *et al.*, 2005).

Por otro lado Oliván *et al.*, 2000 mencionan los criterios utilizados para definir la calidad de una canal son principalmente el peso, la conformación, el engrasamiento, la proporción de piezas y la composición tisular. Algunas de estas características como el peso de la canal, su conformación y engrasamiento, se utilizan para clasificar la canal y por lo tanto para fijar su precio (Arbiza, 2008).

2.7 Composición química de la carne

La carne tiene especial relevancia en la calidad de este producto alimenticio. Por un lado, porque la carne es un componente importante en la dieta humana, ya que aporta un rango de nutrientes, proteínas, grasas, agua, minerales, vitaminas etc. Por otro lado, la composición química de la carne tiene su importancia porque afecta a su calidad tecnológica, higiénica, sanitaria y sensorial (Oliván *et al.*, 2000). En términos generales, se puede decir que la carne contiene un 75% de agua, 21 a 22% de proteínas, de 1 a 2% de grasas, 1% de sustancias minerales y menos del 1% de hidratos de carbono (Pérez *et al.*, 2007).

No obstante hay que tener en cuenta la existencia de factores que influyen en la composición nutritiva de la carne, como son la especie, la raza, el estado fisiológico, el sexo, la edad, el sistema de alimentación, etc. En el cuadro 1 se indican los valores medios de la composición nutritiva de la carne de ovino (Price, 1994).

Cuadro 1. Composición química de la carne de ovino (Price, 1994)

Corte	Proteína	Agua	Grasa	Cenizas
Pierna	17.8	64.8	16.2	1.3
Lomo	16.3	57.7	24.8	1.3
Chuletas torácicas	15.1	23.4	30.4	1.1
Paletilla	15.3	59.6	23.9	1.1

2.8 Factores que influyen en la calidad de la canal

Existe un gran número de factores que pueden afectar a la calidad de la canal y por tanto a su precio. Unos son dependientes del animal: raza, sexo, edad; otros del manejo al que han sido sometidos en la explotación: ejercicio, condiciones ambientales, alimentación y otros debidos al proceso que sigue el animal desde su sacrificio hasta su conversión en carne: transporte, sacrificio, refrigeración, maduración (Cuadro 2).

Cuadro 2. Factores que influyen sobre algunos parámetros relacionados con la calidad de la canal (Sañudo *et al.*, 1998).

	Calidad de la canal			
	Rendimiento	Peso	Conformación	Engrasamiento
Factores intrínsecos	**	***	****	***
Raza	**	**	**	**
Genotipo	**	***	***	***
Edad - peso	***	****	*	****
	Factores productivos y ambientales			
Ambiente - Estación	*	***	0	**

Alimentación	***	***	*	****
Aditivos	*	**	**	****
Factores de sacrificio y presacrificio				
Transporte, Estrés y Ayuno	****	*	0	0
Sacrificio	**	**	0	*
Post - sacrificio y comercialización				
Maduración	0	0	0	0
Estimulación eléctrica	0	0	0	0
Refrigeración de canales	**	*	0	0
Conservación	0	*	0	0

0: sin influencia; *: pequeña influencia; **: influencia moderada; ***: influencia alta;****: fundamental.

Raza. La expresión de las características de raza están ligadas a condiciones climáticas y disposición de forraje. Es bien conocido que existen diferencias en calidad dentro de una misma raza y sobre todo entre razas, esto debido en parte, a la madurez fisiológica que tiene influencia sobre las características de la canal (Snowder *et al.*, 1994). Sin embargo, esto no concuerda con un estudio realizado por Gutiérrez *et al.* (2005) donde evaluaron las cruces de PB con Rambouillet y Suffolk y vieron que el rendimiento de la canal de borregos PB no fue afectado por el cruzamiento con Rambouillet o Suffolk. Sin embargo, Hammell y Laforest (1999), encontraron que las canales procedentes de corderos de raza hampshire, tienen mejores rendimientos canal que las procedentes de Suffolk (0.363 y 0.368 g/kg), criados de la misma manera y sacrificados a 44, y 48 kg de peso.

Sexo. El desarrollo corporal de los animales se encuentra muy influenciado por el sexo, por lo que también va a influir sobre la calidad de la canal. De manera general hay una diferencia en el tamaño corporal entre sexos, los machos son más pesados debido a su mayor tasa de crecimiento. Las hembras presentan la pubertad a edad más temprana, debido a su mayor precocidad. También se observan diferencias en la conformación y el grado de engrasamiento, así mismo El mayor grado de desarrollo muscular del macho es importante desde el punto de vista de producción de carne, es debido a la acción anabólica de las hormonas masculinas. Sin embargo los machos presentan mayor proporción de cuello y espalda mientras que las hembras no (Partida *et al.*, 2009).

Partida *et al.*, (2009) y frías (2011) encontraron, al estudiar la distribución de los músculos entre machos y hembras, que aunque los machos presentan mayor cantidad de músculo que las hembras, estudiando cada músculo. También observaron que las hembras presentaban mayor cantidad de músculo en la pierna y menor en el miembro torácico y el cuello al contrario que los machos. Guía y Cañeque (1992) también observaron que el peso medio del tejido muscular y el óseo era significativamente mayor en machos, mientras que para la grasa no observaron diferencias debido a la importancia relativa que adquiere este tejido con la edad en las hembras. Pérez *et al.* (1995), encontraron en corderos sacrificados a los 105 días de edad, que las medidas de conformación presentaban valores superiores en machos que en hembras como consecuencia del mayor peso que alcanzaron éstos. En cambio Guía y Cañeque (1992), vieron que los machos y hembras a la misma edad presentan medidas de

conformación análogas, pero que las canales de las hembras estarían proporcionalmente mejor conformadas.

Edad y peso. La edad es un factor muy ligado al peso y al estado de engrasamiento. Con la edad el peso de sacrificio aumenta, así como el peso de la canal, por lo que hay que esperar que una mayor edad traerá consigo, a partir de un momento determinado, rendimientos de canal (Jaramillo *et al.*, 2008), y engrasamientos superiores (Zygoyiannis *et al.*, 1990; Azíz *et al.*, 1993). A medida que aumenta el peso de la canal, la conformación mejora y las medidas de engrasamiento (apreciación visual, espesor de grasa dorsal) aumentan (Bicer *et al.*, 1995; Vergara *et al.*, 1999). Guía y Cañequé (1992), observaron que todas las medidas de conformación aumentaban en valor absoluto con la edad al sacrificio. A medida que aumenta el peso de la canal, ésta se hace más corta, ancha, redonda y compacta, manifestando una mejor conformación.

La cantidad de grasa de la canal está estrechamente relacionada con el peso de la canal (Vergara *et al.*, 1999). La proporción de grasa aumenta con la edad de sacrificio, desde un 17% hasta un 29% de grasa, con un fuerte aumento de la pendiente principalmente en las hembras (Partida *et al.*, 2009), ello es debido a que al ser un tejido de desarrollo tardío, la cantidad de grasa se incrementa en mayor proporción que el resto de los tejidos cuando aumenta el peso de la canal (Pérez *et al.*, 1994).

La cantidad total de hueso y músculo de la canal aumenta con el peso de la misma, aunque no ocurre lo mismo con la proporción de estos tejidos con respecto a la canal, que para ambos va disminuyendo a medida que aumenta el peso (Partida y

Martínez, 2010). Jeremiah *et al.* (1997), también observaron una disminución en la proporción de magro de la canal cuando se incrementaba el peso vivo y por lo tanto el peso de la canal. Zigoyiannis *et al.* (1990) también señalaron que con el incremento del peso de la canal, la proporción de hueso y músculo disminuye y que la de grasa aumenta (Wood *et al.*, 1991).

pH. El pH de la carne es uno de los principales factores que determinan su calidad. En el ganado ovino, existen diversos trabajos que han puesto de manifiesto relaciones entre el pH y la capacidad de retención de agua (CRA) o la textura, señalando un aumento de la CRA y una disminución de la dureza con el aumento del pH final. El pH puede alterarse por muchos factores relacionados con situaciones estresantes antes del sacrificio (Sañudo *et al.*, 2004).

Los estudios realizados por Sañudo *et al.* (2004) indican que ni el tiempo de embarque en la granja, ni el tiempo de espera antes del sacrificio, influyen de manera importante en el pH final, lo cual es explicado por el estrés casi nulo de la especie ovina. Bianchi (2006) reporta un pH bajo en animales cuyo transporte tiene una larga duración. Los animales con mayor engrasamiento, principalmente hembras, presentaron pH bajos, explicado por la acción protectora de la grasa con relación al frío, ya que temperaturas más bajas en el proceso de instalación del rigor mortis podría acelerar el metabolismo muscular y la mayor caída del pH.

El valor final del pH, que es medido aproximadamente a las 24 horas después del sacrificio, así como la velocidad de caída del mismo durante la transformación del músculo en carne, afectan las características organolépticas y tecnológicas de la carne. El descenso del pH depende del tipo de fibras que predominan en el músculo y de la

actividad muscular antes del sacrificio. Así los músculos con fibras de contracción rápida (blancas) alcanzan valores de pH finales de 5.5 mientras que en los músculos en donde predominan las fibras de contracción lenta (rojas) el pH no baja de 6.3 dando como resultado que los músculos que más trabajo realizan en el periodo previo al sacrificio son los que presentan un pH más elevado *postmortem* (Cañeque y Sañudo, 2005).

El proceso de acidificación dura normalmente 4-5 h en porcinos, 12-24 h en ovinos y 15 a 36 h en vacunos, el pH desciende desde valores cercanos a 7 hasta valores entre 5.5 en las primeras 6 a 12 h del sacrificio. Con valores mayores y en condiciones normales, el glucógeno estaría ausente del musculo. La cantidad de glucógeno que haya en los músculos antes del sacrificio dependerá en gran medida de todos aquellos factores que causan estrés físico y fisiológico a los animales. Por esto, el pH muscular resulta ser entonces una medida importante, para cuantificar el nivel de reserva energética en el musculo, además de permitir valorar el manejo que ha recibido el animal antes del sacrificio (Cañeque y Sañudo, 2005).

Rigor mortis. Transcurrido el sacrificio del animal, se lleva a cabo el proceso de transformación del musculo en carne. La carne es el resultado de dos cambios bioquímicos que ocurren en el periodo *pos-mortem*, el establecimiento del rigor mortis y la maduración (Zapata *et al.*, 2000). El principal proceso que se lleva a cabo durante el establecimiento del rigor mortis es la acidificación muscular. En un musculo en reposo, el adenosín tri-fosfato (ATP) sirve para mantener el musculo relajado (Cañeque, 2000). Tras la muerte del animal, cesa el aporte sanguíneo de oxígeno y nutrientes al musculo, de manera que el mismo debe utilizar un metabolismo anaeróbico para

transformar sus reservas de energía (glucógeno) en ATP con el fin de mantener su temperatura e integridad estructural. El ATP formado se obtiene a través de la degradación de glucógeno en ácido láctico. Este último ya no puede ser retirado por el sistema sanguíneo, por lo tanto va a provocar el descenso del pH muscular (Warris, 2003).

Color. El color percibido se define como el atributo visual que se compone de una combinación cualquiera de contenidos cromáticos y acromáticos (Cañequé, 2000). El color es una característica de gran importancia en la estimación de la apariencia de la carne y es muy variable (Ranken, 2003). Cada músculo difiere en su contenido de mioglobina de acuerdo con la edad del animal, el tipo de músculo, la cantidad de circulación sanguínea, la actividad muscular y la disponibilidad del oxígeno (Albertí *et al.*, 2000). Con la edad del animal el color se acentúa y varía según los distintos músculos (Hunt *et al.*, 1991).

El color rojizo de la carne es el resultado de la presencia del pigmento mioglobina (Díaz, 2001), una proteína conjugada con un grupo prostético llamado hemo, el cual contiene hierro que juega un papel primordial en las distintas coloraciones (Peñuñuri *et al.*, 2007). Este pigmento se presenta en varias formas: la oximioglobina, de color rojo brillante, la metamioglobina de color café y la mioglobina reducida de color rojo púrpura; las altas concentraciones de oximioglobina son muy deseables ya que imparten el color rojo brillante asociado a la carne de óptima calidad (Ranken, 2003).

Los cambios de color dependerán de la cantidad de la presencia de este pigmento y de los cambios químicos del pigmento. Cuanto más presencia de

mioglobina, más oscura será la carne, por otra parte, el cambio de color de la carne está vinculado a la presencia o ausencia de aire, debido a la sensibilidad de los pigmentos a la oxigenación y oxidación; la superficie de los cortes frescos van cambiando de tonalidad debido al estado oxigenado de este pigmento ((Cañeque y Sañudo, 2005).

El hierro puede cambiar de su forma ferrosa a férrica y los microorganismos compiten por el oxígeno y oxidan los pigmentos de la carne fresca (Arbiza y De Luca, 1996). La habilidad de la mioglobina para combinarse con el oxígeno se pierde cuando la carne se desnaturaliza por el calor y ésta es la razón por la cual cambia de color en la cocción. Otra causa de cambios en los colores normales es la presencia de microorganismos en la superficie de la carne que ocasionan una oxidación de la misma (Guerrero *et al.*, 2002). El color no está asociado a la ternura y en general cuanto más oscura sea una carne más intenso será su sabor. Se ha estimado que los ovinos contienen aproximadamente alrededor de 0.25% de mioglobina en sus músculos (Díaz, 2001).

El color de la carne influye en la estructura de las proteínas musculares (matriz muscular), mediante esta relación se elimina su efecto sobre la dispersión de la luz. Debido a los distintos grados de translucidez de la carne, las ecuaciones de Kubelka y Punk son un método sencillo y utilizado para la determinación del color. Los espectros de reflexión de los distintos estados de la mioglobina coinciden en determinadas longitudes de onda (puntos isobélicos). A partir de cada uno de estos se puede calcular la relación de cada uno de los estados de la mioglobina en la muestra (Ranken, 2003).

El sistema Hunter Lab es el más usado en la industria alimentaria, se basa en la teoría del color de Hering, que señala la existencia de una escala circular en la cual se combinan los colores vecinos: el rojo con el amarillo, el rojo con el azul, el verde con el amarillo o el verde con el azul (Cañeque y Sañudo, 2005). Hay dos pares de colores opuestos que pueden coexistir: rojo y verde, amarillo y azul. Los receptores del color del colorímetro Hunter Lab perciben la presencia de color rojo o verde (coordenada a) y del color amarillo o azul (coordenada b). Una tercera dimensión es la luminosidad (L), la cual es perpendicular a las otras dos. Los colorímetros que miden la escala Hunter proporcionan tres coordenadas; L (luminosidad), a (rojo a verde) y b (azul amarillo). Estas coordenadas cartesianas se pueden transformar en polares, de manera que un punto en el espacio de color estará dado por el ángulo, indicará que tan rojo, amarillo, verde o azul será (Figura 4). Mientras que la magnitud indicará que tan intensa será esa tonalidad o saturación. El valor L muestra que tanto hay de un componente blanco o negro ya que $L = 0$ (negro); $L = 100$ (blanco) (Cañeque y Sañudo, 2005).

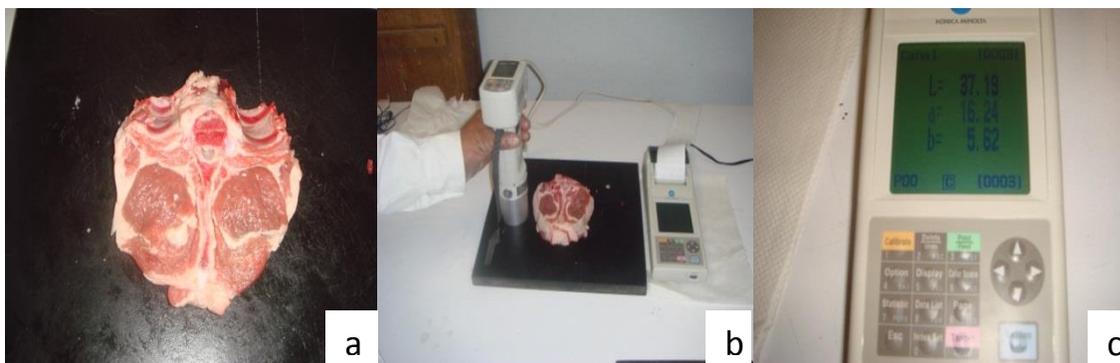


Figura 4. a), b) y c) Muestra de carne para la determinación de color.

Textura. La textura de la carne se percibe como un conjunto de sensaciones táctiles resultado de la interacción de los sentidos con las propiedades físicas y químicas entre las que se incluyen la densidad, la dureza, la plasticidad, la elasticidad,

la consistencia, la cantidad de grasa, la humedad y el tamaño de las partículas de la misma (Díaz, 2001).

Dos fracciones proteicas determinan la ternura, por una parte están las proteínas del tejido conjuntivo y por otra las miofibrilares. Las primeras están constituidas por el colágeno, la elastina y la reticulina y constituyen un elemento negativo que limita la ternura. El colágeno es el principal componente del tejido conjuntivo, determina la dureza de base ya que cuanto mayor es su cantidad, más dura es la carne. La segunda fracción proteica implicada en la ternura, son las proteínas miofibrilares cuyas transformaciones post-mortem son responsables de las principales variaciones de esta cualidad, existiendo una estrecha relación entre esta y el grado de concentración de las miofibrillas (los músculos relajados son más tiernos que los contraídos) (Díaz, 2001).

La textura de la carne puede ser evaluada por métodos objetivos (mecánicos: corte, compresión, penetración; químicos y otros: ultrasonidos, fluorescencia; y subjetivos: prueba con consumidores (Cañeque, 2000). En la carne y productos cárnicos la textura se mide por los siguientes métodos:

Corte. Muy usados para alimentos, pueden ser de una o varias navajas. El corte con navaja es común usarlo en salchichas o muestra de tamaños homogéneos (Figura 5). El esfuerzo cortante se define como la fuerza F por unidad de área A que actúa tangencialmente en una superficie (esfuerzo cortante = F/A). La prensa de Warner-Bratzler es uno de los más utilizados el cual somete a la muestra a una deformación

compleja debida a los esfuerzos mencionados (Cañeque, 2000; Guerrero *et al*; 2002; Totosaus 2000).

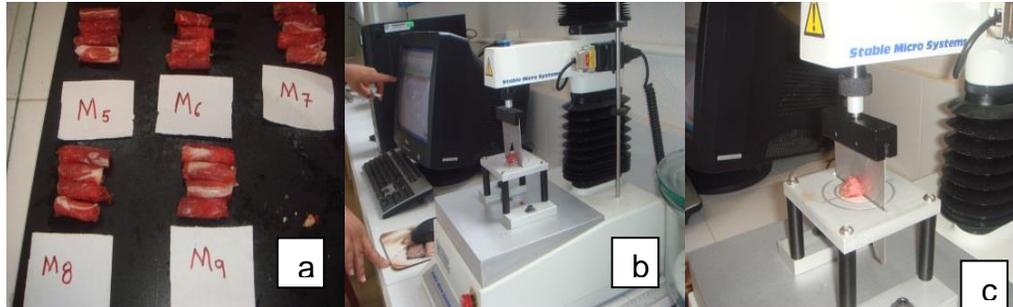


Figura 5. a), b) y c) Muestras de carne empleadas para la determinación de textura

Peso de la canal en ovinos. Es una característica de gran interés ya que influye en la conformación, engrasamiento, composición de tejidos y proporción de piezas, y por lo tanto incide directamente en su calidad y precio. Está directamente correlacionado con el peso de sacrificio, y este debe coincidir con el punto de madurez en el cual la raza alcanza un nivel de calidad deseable u óptima. El peso de la canal, comercialmente es el que determina el valor de la misma, ya que la industria comercializa sobre la base de precio por kilogramo. Para cada especie, sistema de producción y raza, hay un peso óptimo de sacrificio que satisface un determinado mercado (Cuellar, 2006).

2.9 Rendimiento de la canal

Para establecer el valor del rendimiento del animal, se necesita conocer el peso de la canal, expresado como el porcentaje de peso de canal con respecto al peso vivo antes del sacrificio (Díaz, 2001).

Desde un punto de vista comercial, se puede utilizar como indicador de la canal al rendimiento comercial (RC), el cual se define como la razón porcentual que existe entre el peso de la canal caliente o fría (PCC o PCF), y el peso vivo de sacrificio (PVS), de este modo el RC se resume en la siguiente expresión:

$$RC = (PCC \text{ o } PCF / PVS) \times 100 \text{ (Partida } et \text{ al., 2009).}$$

El PCC es el peso de la canal justo cuando se acaba de sacrificar, y el PCF es el peso de la canal después de un periodo de refrigeración, que suele ser de 24 horas (Díaz, 2001).

Existen factores que hacen variable y poco comparable al RC, como la presentación de la canal y los órganos que ésta contiene. Por otra parte, el peso del contenido digestivo es altamente variable, dependiendo del tiempo previo al sacrificio y del tipo de alimentación que reciben los animales (Rubio *et al.*, 2004).

Entre el PCC y el PCF, existe una pérdida originada por deshidratación de la canal al ser conservadas en frío. Esta pérdida está relacionada con el engrasamiento de la canal, disminuyendo al aumentar el porcentaje de grasa que posee dicha canal (Díaz, 2001).

Las condiciones bajo las cuales se realizan las mediciones, el método empleado para realizar el sacrificio y el peso de las canales hacen variar el rendimiento comercial y el verdadero (Rubio *et al.*, 2004).

2.10 Predicción de la composición de la canal utilizando ultrasonido.

Los principales puntos anatómicos de elección para realizar las mediciones con ultrasonido se encuentran la región de las costillas, zona lumbar del animal y el esternón. Debido a la estructura ósea que presentan estas regiones, los puntos anatómicos de elección son fácilmente identificables a la palpación y las imágenes obtenidas son fácilmente interpretables. Estas regiones anatómicas han sido normalmente utilizadas para evaluar el estado de carnes de los animales de abasto. Mediante la puntuación de la condición corporal por palpación, se demuestra la gran utilidad de las regiones anatómicas (cuadrado lumbar) como predictoras de los diferentes depósitos adiposos del cuerpo de los animales (Hui *et al*, 2006). Las medidas realizadas comprenden el espesor de la grasa subcutánea, área de la grasa, profundidad, anchura y área del músculo *longissimus dorsi*, medidas entre la 12^a y 13^a costilla (Figura 6). Estas mediciones pueden realizarse con una sonda en posición perpendicular a la columna vertebral, con el objetivo de poder visualizar el ojo de la costilla (*longissimus dorsi*).



Figura 6. a), b) y c) Procedimiento para determinar grasa dorsal utilizando un transductor lineal.

III. LITERATURA CITADA

- Albertí, P.; Ripoll, G.; Goyache, F.; Lahoz, F.; Olleta, J.L.; Panea, B. and Sañudo, C. (2005). Carcass characterization of seven Spanish beef breeds slaughtered at two commercial weights. *Meat Science* 71: 514-521.
- Arbiza, A.S. y De Luca T.J. 1996. Producción de carne ovina. Editores Mexicanos Unidos, México.
- Arbiza, S. 2008. Base para la clasificación de las canales ovinas. www.rumela.org/modules.php?news&file=article&sid=217. Consulta 20/11/2008.
- Arteaga, C. J de D. 2003. La industria ovina en México. In: Memorias del primer simposium internacional de ovinos de carne. Desafíos y oportunidades para la ovinocultura en México ante los nuevos esquemas de mercado abierto. Pachuca de Soto, Hgo. pp: 1-7.
- Aziz, N.N., Ball, R.O., Sharpe, P.H., y mccutcheon, B. 1993. Growth, carcass composition and meat quality of crossbred lambs at different slaughter weights. In 39th International Congress of Meat Science and Technology. INRA-ITOVIC, Paris.
- Beerman, D.H., Robinson, T.F., y Hogue, D.E. 1995. Impact of composition manipulation on lean lamb production in the United States. *J. Anim. Sci*, 73, 2493-2502.
- Bergman, E. N. 1990. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Physiol. Rev.* 70: 567–590.
- Bianchi, G; Garibotto, G; Feed, O.; Bentancur, O; Franco, J. (2006). Efecto del peso al sacrificio sobre la calidad de la canal y de la carne de corderos Corriedale puros y cruza. *Archivos de Medicina Veterinaria*, vol. 38, núm. 2, 2006, pp. 161-165.

- Bicer, O., Gueney, O., y Pekel, E. 1995. Effect of slaughter weight on carcass characteristics of Awassi male lambs. *J. Appl. Anim. Res.*, 8, 85-90.
- Bores Q., R. F. y C. A. Vega y M. 2003. La investigación pecuaria ante los retos y desafíos de la ovinocultura en México. Desafíos y oportunidades para la ovinocultura en México ante los nuevos esquemas de mercado abierto. 17-19 de noviembre. Pachuca Hgo. pp: 80-95.
- Bourdon, R. M. 1997. *Understanding Animal Breeding*. Prentice Hall. Upper Laddle River, Nj, USA. 523 p.
- Butler-Hogg, B.W. y Brown, A.J. 1986. Muscle weight distribution in lambs: a comparison of entire male and female. *Anim. Prod.*, 42, 343-348.
- Butterfield, R.M. 1988. The progress to maturity at 100 kg liveweight of actual weights of carcasse tissues of a Merino ram relative to progress to maturity of liveweight. In *New Concepts of Sheep Growth*. pp. 168, Department of Veterinary Anatomy. University of Sidney. Epping NSW 2121. Australia.
- Cañeque C. Sañudo C. 2005. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Madrid, España: Monografías INIA Serie Ganadera. 130 p.
- Cañeque, V. 2000. Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaría. Madrid. pp. 81-90, 125-132, 145-205.
- Cotta, M. R. 1988. Amilolytic activity of selected ruminal bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 54: 772-776.

Cuellar O. J. A. 2006. La producción ovina en México. Descripción general de la ovinocultura empresarial de occidente. Memorias de la Primera semana Nacional de ovinocultura en Tulancingo Hidalgo, México. 347 p.

Díaz, M.T. 2001. Características de la canal y de la carne de corderos lechales manchegos. Correlaciones y ecuaciones de predicción. Memoria Doctor en Med. Veterinaria. Madrid, España. U. Complutense de Madrid. Fac. de Veterinaria. 308 p.

Enser, M., Hallett, K., Hewelt, B., Fursey, G.A., Wood, J.D., y Harrington, G. 1998. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Sci.*, 43, 329-341.

Falagan, A. 1980. Estudio del cruce industrial en el ganado ovino. Influencia de la raza paterna en las características de producción de los corderos cruzados. Tesis Doctoral., Universidad de Córdoba, Córdoba. España. 89 p.

FAO. 2008. Conferencia de alto nivel sobre seguridad alimentaria mundial: los desafíos del cambio climático y la bioenergía. Roma, Italia, del 3 al 5 de junio de 2008. www.fao.org. Consultado 22/10/2011.

FINANCIERA RURAL. 2011a. Monografía del sorgo grano. Disponible: www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural. Consultado el 6 de junio del 2011.

FINANCIERA RURAL. 2011b. Monografía del maíz grano. Disponible: www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural. Consultado el 6 de junio del 2011.

- FIRA. 2008. Situación Actual y Perspectivas de los Granos en México. Boletín informativo 32 Dirección de Consultoría en Agronegocios. 91 p.
- Frías J. C. Aranda., E. M. Ramos., J. A. Vázquez., Días P. (2011). Calidad y rendimiento en canal de corderos en pastoreo suplementados con caña de azúcar fermentada. Avances en investigación agropecuaria. 15(3):33-44.
- Gómez, M. J. 2008. Alternativas de mercado para la carne ovina en México. Simposium internacional, producción de carne ovina. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Gonzalez, M. A., y Z. Y. Castañeda. 2008. Biocombustibles, biotecnología y alimentos: Impactos sociales para México. Argumentos, UAM-X. <http://scielo.unam.mx/pdf/argu/v21n57/v21n57a4.pdf>.
- Guerrero, I., Ponce, E., Pérez, M. I. 2002, Curso Práctico de Tecnología de Carnes y Pescado. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. México. pp 11- 21.
- Guía, E. y Cañeque, V. 1992. Crecimiento y desarrollo del cordero Talaverano. Evolución de las características de su canal. Área de Producción Animal. Consejería de Agricultura de la junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.
- Gutiérrez, J., M. S. Rubio, y R. D. Méndez. 2005. Effects of crossbreeding Mexican Pelibuey sheep with Ramboulliet and Suffolk on carcass traits. Meat Science 70:1-5.
- Hammell K. L., Laforest J. P. 1999. Evaluation of the growth performance and carcass characteristics of lambs produced in Quebec. Département des sciences animales, Faculté des sciences, de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Sainte-Foy (Québec), Canada. Pp. 25-33.

- Hammond, J. 1966. Principios de la Explotación Animal. Reproducción, Crecimiento y Herencia. In (ed Acribia), Zaragoza. España. 560 p.
- Harrington, G. y Kempster, A.J. 1989. Improving lamb carcass composition to meet modern consumer demand. In *Reproduction, growth and nutrition in sheep*, pp. 79-90. Agricultural Research Institute, Iceland.
- Huntington B. G. 1997. Starch utilization by ruminants: From basics to the bunk. *J. Anim. Sci.* 75: 852-867.
- Herrera H. J. G., C. Lemus y A. Barreras. 2003. Mejoramiento Genético Animal. Un enfoque aplicado. 1ª Edición. Colegio de postgraduados. Programa de Ganadería. Montecillo, Texcoco, Edo de México. pp 145-150.
- Hui, Y.H., Guerrero I., Rosmini M.R. 2006. *Ciencia y Tecnología de Carnes*. Editorial Limusa. pp. 161- 185.
- Hunt, M.C., J. C. Acton, R.C. Benedict, C. R. Calkins, D. P. Cornforth, L. E. Jeremiah, D. G. Olson, C. P. Salm, J. W. Savell, S. D. Shivas 1991. Guidelines for Meat Colour Evaluation. *AMSA Publications*. 44: 3 – 17.
- Huntington, G. B., D. L. Harmon, and C. J. Richards. 2006. Sites, rates, and limits of starch digestion and glucose metabolism in growing cattle. *J. Anim. Sci.* 84(E. Suppl.): E14–E24.
- INEGI 2011. Estadística de sacrificio de ganado en rastros municipales 2005 – 2010. www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/.../2011/Abril/comunica34.pdf. Consultado 26 de abril del 2011
- International Energy Agency. .2007. *World Energy Outlook 2006*. <http://www.worldenergyoutlook.org/2006.asp>. Consultado 11/09/2011

- Jaramillo, L.E; Molinar, H.F; Leos, M. J.A; 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 Volumen VI*, pp. 131-139.
- Jeremiah, L.E., Jones, S.D.M., Tong, A.K.W., y Gibson, L.L. 1997b. The influence of lamb chronological age, slaughter weight and gender on carcass measurements. *Sheep and Goat Res. J.*, 13, 87-95.
- Kawas, J. R., R. Garcia-Castilo, H. Fimbres-Durazo, F. Garza-Cazares, J. F. G. Hernandez-Vidal, E. Olvares-Saenz, and C. D. Lu. 2007. Effects of sodium bicarbonate and yeast on nutrient intake, digestibility, and ruminal fermentation of Light-weight lambs fed finishing diets. *Small Ruminant Res.* 67: 149-156.
- Kebreab, E., J. Dijkstra, A. Bannink, and J. France. 2009. Recent advances in modeling nutrient utilization in ruminants. *J. Anim Sci.* 87: 111-122.
- Kemp, J.D., Shelley, J.M.J., Ely, D.G., y Fox, J.D. 1976. Effect of dietary protein, slaughter weight and sex on carcass composition, organoleptic properties and cooking losses of lamb. *J. Anim. Sci.*, 42, 575-583.
- Kempster, A.J. 1981a. The indirect evaluation of sheep carcass composition in breeding schemes, population studies and experiments. *Liv. Prod. Sci.*, 8, 263-271.
- Kempster, A.J. 1981b. Fat partition and distribution in the carcass of cattle, sheep and pigs: A review. *Meat Sci.*, 5, 83-98.

- Kempster, A.J., Jones, D.W., y Wolf, B.T. 1986a. A comparison of alternative methods for predicting the carcass composition of crossbred lambs of different breeds and crosses. *Meat Sci.*, 18, 89-110.
- 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.
- McAllister, T. A., H. D. Bae., G. A. Jones, and K. J. Cheng. 1994. Microbial attachment and feed digestion in the rumen. *J. Anim. Sci.* 82: 3004-3018.
- Mendoza, M. G. D., 1992. Digestión ruminal del almidón en rumiantes alimentados con dieta altas en grano. *In: Tópicos Avanzados en Nutrición de Rumiantes.* Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, Puebla. pp: 102-114.
- Mendoza, M. G. D., y V. Ricalde. 1993. Alimentación de Ganado Bovino con Dietas Altas en Grano. Primera Edición. Libro de Texto. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco. 97 p.
- Moya, G. 2003. Análisis de los factores que afectan la calidad de la carne ovina en el secado de la VI Región, Informe de residencia: Título de Ing. Agrónomo, Santiago, Chile, P. Universidad Católica de Chile. 61p.
- Oberbauer, A.M., Arnold, A.M., y Thonneys, M.L. 1994. Genetically size-scaled growth and composition of Dorset and Suffolk rams. *Anim. Prod.*, 59, 223-234.
- Oliván, M.; Mocha, M.; Martínez, M.; García, M.; Noval, G.; Osorio, K. 2000. Análisis químico de la carne **in**: Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes Monografías INIA N.1 Madrid España. pp. 182-185.

- Orskov E. R. 1986. Starch digestion and utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.* 63: 1624-1633.
- Owens F. N., D. S. Secrist, W. J. Hill, and D. R. Gill. 1997. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 75: 868-879.
- Partida PJA, Braña VD, Martínez RL. 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.
- Partida PJA, Martínez R. L. 2010. Composición corporal de corderos Pelibuey según la concentración energética de la dieta y el peso de sacrificio. *Vet. Méx.*, 41 (3).
- Peñuñuri MJF, Velázquez CJ, Corella RR, Torrescano UGR, Ortega GC. Comportamiento productivo, características de la canal en corderos criollos alimentados en corral en Hermosillo, Sonora México [resumen]. Reunión nacional de investigación pecuaria. 2007:237.
- Pérez, C., González - Chabbarri, E., y Hinarejos, G. 1995. Valoración productiva de los corderos Alcarreño-Manchegos post destete y cebo. In XX Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 565-570, Madrid.
- Pérez, J.I., Gallego, L., Gómez, V., Osorio, M.T., Sañudo, C., Otal, J., Bernabeu, R., y Molina, A. 1994. Influencia del tipo de destete, tipo de parto, sexo y peso de la canal fría en la composición tisular de la canal en corderos de raza Manchega. Producción ovina y caprina, Colección estudios. In XVIII Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, pp. 623-627, Albacete.

- Pérez, P.; Maino, M.; Morales, M.S.; köbrich, C.; Bardon, C.; Pokniak J. 2007. Gender and slaughter weight effects on carcass quality traits of suckling lambs from four different genotypes .Small. Rumin. Res. 70: 124-130.
- Pollot, G.E., Guy, D.R., y Croston, D. 1994. Genetic parameters of lamb carcass characteristics at three end-points: fat level, age and weight. Anim. Prod., 58, 65-75.
- Price 1994. Ciencia de la carne y los productos cárnicos. Editorial Acribia pp. 78-80.
- Ranken, M. D.2003. Manual de la industria de la carne. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España. 16 – 54 p.
- Rubio MS, Torres N, Gutierrez J, Méndez RD. 2004. Composition and sensory evaluation of lamb carcasses used for the traditional Mexican lamb dish, barbacoa. Meat Sci 2004;67(2):359-364.
- Ruiz DE Huidobro, F.; Miguel, E.; Cañeque, V.; Velasco, S. 2005. Conformación, engrasamiento y sistemas de clasificación de la canal ovina In: Cañeque, V.; Sañudo, C. Estandarización de metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en rumiantes. INIA. Madrid, España. pp. 145-169
- SAGARPA, 2011.Producción Anual Pecuaria en México. Centro de Estadística Agropecuaria. <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/publicacion.htm>.
- Sañudo, C., Sanchez, A., y alfonso, M. 1998a. Small Ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. In 44th International congress of Meat Science and Technology., pp. 20-47, Barcelona, Spain.

- Sañudo, C.; Macie, E.S.; Olleta, J.L.; Villarroel, M.; Panea, B. and Albertí, P. (2004). The effects of slaughter weight, breed type and ageing time on beef meat quality using two different texture devices. *Meat Science* 66: 925-932.
- Schmidhuber, J. 2006. Impact of an increased biomass use on agricultural markets, prices and food security: A longer-term perspective. "International Symposium on Notre Europe", Paris, France, 27-29 Nov. 2006. http://www.globalbioenergy.org/uploads/media/0704__Schmidhuberimpact_of_a_n_increased_biomass_use_on_agricultural_markets__prices_and_food_security.pdf. Consultado 18/07/2011.
- SIAP, 2011. Población ganadera. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=21&Itemid=330.
- Snowder, G.D., Glimp, H.A., y Field, R.A. 1994. Carcass characteristics and optimal slaughter weights in four breeds of sheep. *J. Anim. Sci*, 72, 932-937.
- Solís R. J. 2002. Pruebas de comportamiento genético en ovinos. Memorias del VII curso base de la cría ovina. AMTEO. 12-14 de septiembre. Toluca, Edo. Méx. pp:1-13
- Solomon, M.B., Kemp, J.D., Moody, W.G., Ely, D.G., y Fox, J.D. 1980. Effect of breed and slaughter weight on physical, chemical and organoleptic properties of lamb carcasses. *J. Anim. Sci*, 51, 1102-1107.
- Theurer B.C. 1986. Grain processing and starch utilization. Grain processing effects on starch utilization by ruminant. *J. Animal Sci*. 63: 1649-1662.

- Totosaus, A., Gault, N., Guerrero, I., 2000. Dynamic rheological behavior of meat
- Urquidi V. L. 2005. Perspectiva de la población mundial. *Estudios Demográficos y Urbanos*. 58: 9-21.
- Van Soest, P. J. 1994. *Nutrition Ecology of the Ruminants*. Cornell University Press, Ithaca. NY. 476 p.
- Vergara, H., Molina, A., y Gallego, L. 1999a. Influence of sex and slaughter weight on carcass and meat quality in light and medium weight lambs produced in intensive systems. *Meat Sci.*, 221-226.
- Warris PD. *Ciencia de la carne*. Zaragoza, España: Ed. Acribia; 2003.
- Wood, J.D., Enser, M., y Warris, P.D. 1991. Reducing fat quantity: implications for meat quality and health. In *Animal Biotechnology and the quality of meat production* (eds L.O. Fiems y B.G. Cottyn), pp. 69-84. Elsevier, New York.
- Wylie, A., Chesnutt, D., y Kilpatrick, D.J. 1997. Growth and carcass characteristics of heavy slaughter weight lambs: effect of sire breed and sex of lamb and relationships to serum metabolites and IGF-1. *Anim. Sci.*, 2, 309-318.
- Yokoyama, M. T., and K. A. Johnson. 1988. Microbiology of the rumen and intestine. *In*: Church. D. C. (ed). *The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition*. Englewood Cliffs: Prentice Hall. pp: 125.
- Zapata, J.F.F., Seabra, L.M.J., Nogueira, C.M. 2000. Estudio de la calidad de carne de ovino en el Noreste de Brasil: propiedades físicas y sensoriales. *Ciencia y Tecnología de alimentos*. V.20 N. 2, P. 274-277.

Zygoyiannis, D., Stamataris, K., Kouimtzis, S., y Doney, J.M. 1990. Carcass composition in lab of Greek dairy breeds of sheep. Anim. Prod., 50, 261-269.

CAPÍTULO 1. EFECTO DE DIETAS ALTAS EN MAÍZ Y SORGO EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CORDEROS HAMPSHIRE-SUFFOLK Y PELIBUEY

Juan Carlos Torres Ramírez, MC.
Colegio de Postgraduados, 2013

RESUMEN

Se realizaron dos experimentos para evaluar el efecto de dietas altas en maíz y sorgo en la ganancia diaria de peso (GDP), consumo de alimento (CON), peso final (PF), conversión alimenticia (CA), área del ojo de la costilla (AOC) y espesor de la grasa dorsal (EGD) de corderos Hampshire-Suffolk (HS) y Pelibuey (PB). Se utilizaron 15 corderos para cada genotipo con un peso promedio inicial de 26.3 ± 1.02 y 26.4 ± 1.11 kg con 120 días de edad, los cuales fueron alojados en corraletas individuales con pisos de cemento, durante 75 d; los primeros 15 días fueron de adaptación y los restantes 60 días de engorda. Se evaluaron tres dietas en cada genotipo (HS y PB): (T₁) Sorgo-soya, (T₂) Maíz-soya y (T₃) Maíz-sorgo-soya, en un diseño completamente al azar. En el genotipo HS, los corderos que recibieron la dieta maíz-soya (T₂ y T₃) tuvieron una mejor ($P < 0.05$) GDP (372 y 360 g d⁻¹), CA (4.84 y 4.60) y CON (1.75 y 1.71 kg d⁻¹) que los tratamientos a los que se agregó sorgo-soya (336.7 g d⁻¹, 5.15 y 1.73 kg d⁻¹). No existieron diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$) en PF, EGD y AOC cuyos promedios fueron: 46.8 kg, 3.8 mm y 10.88 cm² respectivamente. En el genotipo PB, no se encontraron diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$), cuyos promedios fueron: PF, 38.2 kg; GDP, 199 g d⁻¹; CA, 6.27; CON, 1.21 kg d⁻¹; AOC, 9.86 cm² and EGD, 2.8 mm. Se concluye que los corderos alimentados con una dieta alta en concentrado conteniendo maíz o su combinación con sorgo tuvieron una mejor respuesta que aquellos cuya dieta incluía únicamente sorgo.

Palabras Clave: Comportamiento productivo, ovinos, Pelibuey, Hampshire-Suffolk.

THE EFFECT OF HIGH CORN AND SORGHUM DIETS ON THE GROWTH PERFORMANCE OF HAMPSHIRE-SUFFOLK AND PELIBUEY LAMBS

Juan Carlos Torres Ramírez, MC.
Colegio de Postgraduados, 2013

ABSTRACT

The present study was developed to evaluate high corn and sorghum concentrate diets, on final weight (W), average daily gain (ADG), feed intake (FI), feed conversion (FC), feed intake (FI), backfat thickness of loin muscle (LMFT) and area loin muscle (AML) in Hampshire x Suffolk (HS) and Pelibuey (PB) lambs. The lambs were evaluated from weaning to finish in two experimental growth trials. In each trial, 15 four-month old lambs HS and PB were used. Initial body weight average was 26.30 ± 1.4 kg. They were kept in individual pens with available clean fresh water daily. Each genotype was randomly distributed into three treatments, 5 repetitions per treatment in a completely randomized design, using as covariate the initial weight. The treatments were as follows: T₁: sorghum-soybeans, T₂: corn- soybeans; T₃: corn-sorghum-soybean. Feed was given at 07:30 and 14:00 h. The duration of each test was 75 d, with 15 d of adaptation and 60 of finishing. LMFT and AML were measured between the 11th and 12th rib with ultrasound. Data were analyzed using the GLM procedure, considering the initial weight as a covariate for lamb and treatment means compared with Tukey test. The HS genotype fed with corn-soybean diets (T₂ and T₃) had better ADG (372 and 360 g d⁻¹), FC (4.84 and 4.60) and FI (1.75 and 1.71 kg d⁻¹) than those fed sorghum-soybean (P<0.05). There were no differences (P> 0.05) in FW (48.6 kg), AOC (10.88 cm²) and EGD (3.8 mm). The PB genotype didn't showed differences among treatment (P>0.05), whose average were: FW (38.2), ADG (199 g d⁻¹), FC (6.27), and FI (1.21 kg d⁻¹), AOC (9.86 cm²) and EGD (2.8 mm). It is concluded that lambs fed a diet high in concentrate containing corn or sorghum combination had a better response than those whose diet included only sorghum.

Keywords. Growth performance, sheep, Pelibuey Hampshire-Suffolk.

INTRODUCCIÓN

En las últimas dos décadas, el incremento en la demanda de carne ovina en México, ha ocasionado un fuerte incremento en el precio por kg, pasando de \$ 0.44 dolares en 1994 a \$ 2.42 dolares en 2011 (SIAP, 2011). Para satisfacer esta demanda, los productores han incorporado a su sistema de producción extensivo la engorda de corderos recién destetados hasta que alcanzan un peso promedio de 45 kg, con el cual son enviados al mercado o sacrificados para su transformación en platillos regionales, como barbacoa. En estas engordas, es común la utilización de dietas de finalización con una alta proporción de granos y pastas de oleaginosas, haciendo evidente el rápido crecimiento de animales, los cuales obtienen ganancias diarias de peso de 200 a 300 g animal d⁻¹ y conversiones alimenticias de 4.5:1 (Medina *et al.*, 2004), en comparación con los finalizados en pastoreo, sin suplementación, con ganancias inferiores a 80 g d⁻¹. (Pérez, 2006), ya que una dieta basada en granos, concentrados proteínicos y minerales además de aumentar la ganancia de peso, reduce el tiempo de engorda (Kosgey *et al.*, 2008).

La raza, edad, sexo y estado fisiológico del animal, influyen en la ganancia de peso y el consumo de alimento (Fimbres *et al.*, 2002). De la Cruz *et al.*, (2006) en pruebas de comportamiento de corderos Hampshire y Suffolk, finalizados con dietas con 16% de proteína cruda y 2.93 Mcal EM kg⁻¹ MS, reportaron ganancias de peso 0.450, 0.420 g/kg d⁻¹, respectivamente. Hammell y Laforest (1999) registraron ganancias similares (0.363 y 0.368 kg d⁻¹) para los mismos genotipos. Partida *et al.* (2009) evaluaron corderos Pelibuey-Dorper hasta finalización, obteniendo ganancias de 187 g/día.

En México, poco se han estudiado el potencial de los tipos genéticos ovinos y los factores ambientales que influyen en su sistema de producción (González *et al.*, 2002; González *et al.*, 2013), introduciendo, para su mejora, nuevas razas de otras latitudes sin una evaluación previa. Sin embargo, la ganancia de peso podría mejorarse con una estrategia de alimentación bien planteada, ya que el consumo de energía y proteína se incrementa al proporcionar una dieta balanceada, considerando que los granos reducen la pérdida de calor por fermentación lo que puede traducirse en una mayor ganancia de peso por unidad de alimento consumido.

En la actualidad, el alto precio del maíz y su baja disponibilidad ha ocasionado que en la elaboración de dietas para animales, se sustituya por otros granos con valores energéticos similares, como el sorgo, cuya producción nacional (31.3 millones de toneladas anuales) cubre una parte importante de las necesidades de la industria pecuaria mexicana (Financiera Rural, 2011). Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de dietas con 85 % de concentrado a base de maíz y sorgo en la ganancia diaria de peso (GDP), consumo de alimento (CON), conversión alimenticia (CA), espesor de grasa dorsal (EGD) y área del ojo de la costilla (AOC), en corderos Hampshire-Suffolk y Pelibuey, en dos pruebas de crecimiento en corral.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó en las instalaciones experimentales del Colegio de Posgraduados, en Montecillo, Texcoco, Edo. de México, cuya altitud es de 2240 mm, clima templado subhúmedo con lluvias en verano, temperatura promedio anual de 15.2 °C y precipitación media anual de 635.5 mm (García, 1981). Se realizaron dos pruebas de comportamiento, la primera con 15 corderos Hampshire x Suffolk (HS) y la segunda con 15 corderos Pelibuey (PB), cuyo peso promedio inicial fue de 26.3 ± 1.02 y 26.4 ± 1.11 kg y una edad promedio de 120 días de edad, los cuales fueron desparasitados y vitaminados con agua y alimentación *ad libitum*, proporcionada dos veces al día (7:00 y 15:00 h). Posteriormente, fueron alojados en corraletas individuales con pisos de cemento, durante 75 d; los primeros 15 días fueron de adaptación y los restantes 60 días de engorda. Los corderos fueron pesados cada 10 días durante los 60 días del periodo de engorda.

Variables medidas

Se evaluó la ganancia diaria de peso (GDP), consumo de alimento (CON), conversión alimenticia (CA), espesor de la grasa dorsal del músculo del lomo (EGD) y área del ojo de la costilla (AOC). EGD y AOC fueron medidos en el animal vivo entre la 11^a and 12^a costilla con ultrasonido.

Ganancia diaria de peso (GDP): Peso final menos inicial entre el número de los días de engorda.

Conversión alimenticia (CA): Consumo de alimento total entre la ganancia de peso total.

Consumo diario de alimento (CDA): Consumo total de alimento durante el periodo experimental dividido entre los días de la engorda.

Espesor de grasa dorsal (EGD) y Área del ojo de la costilla (AOC): Se realiza directamente en el animal a un costado entre la 12^a y 13^a costilla a la altura del musculo *longissimus dorsi* a través de un transductor lineal de un equipo de ultrasonografía (Sonovet 600, universal medical system Inc transductor de 7.5 MHz). Para asegurar un contacto apropiado con la superficie de la piel se utilizó un acoplador y gel. Las imágenes de cada animal se grabaron y posteriormente fueron analizadas utilizando el software proporcionado por la misma compañía del equipo. A cada imagen se le midió el espesor de la grasa dorsal y el área del ojo de la costilla (musculo *longissimus dorsi*).

Cuadro 3. Composición nutricional de dietas experimentales

Ingredientes	Dieta		
	I	II	III
Maíz quebrado, %	0	603	303
Sorgo entero, %	603	0	300
Pasta de soya, %	137	137	137
Melaza, %	50	50	50
Paja de avena, %	180	180	180
Premezcla mineral, %	30	30	30
Composición química	I	II	III

Materia Seca, %	88.96	88.33	88.76
PC, %	16.59	15.50	16.04
EM, Mcal kg	2.49	2.80	2.64
Extracto etéreo, %	2.48	3.06	2.77
Ca, %	0.71	0.70	0.71
P, %	0.39	0.38	0.38

‡ Az, 0.50 %; Ca, 24.00 %; Cl, 12 %; P, 3.00; Mg, 2.00 %; K, 0.50 %; Na, 8.00 %; Zn, 5,000 mg; Co, 60Mg; Cr, 5.00 mg, Fe 2,000mg; Mn, 4,000; Se, 30 mg; I, 100 mg; Vitamina A, 500,000 UI; Vitamina D 300,000 UI; Vitamina E 1,000 UI; 2,000 mg; Antioxidante 0.05% 1= Sorgo, 2= Maíz, 3= Maíz-Sorgo.

Análisis estadístico

La información obtenida, de cada tipo genético, fue analizada mediante un diseño completamente al azar cinco repeticiones por tratamiento considerando como covariable el peso inicial de los corderos y las medias de tratamiento comparadas con la prueba de Tukey (Steel, Torrie y Dickey, 1997). Se usó el procedimiento GLM SAS (2008). El modelo estadístico asociado al diseño fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu' + \tau_i + \beta(X_{ij} - X_{i.}) + \xi_{ij} \quad i=1.....5 ; j=1.....5$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta (GDP, CDA, CA, EGD y AOC); μ = Media general; τ_i = Efecto de la i ésima dieta ($i=1,2,3$) ; β = Coeficiente de regresión; $(X_{ij} - X_{i.})$ = Covariables (peso inicial); ξ_{ij} = Error aleatorio; $\xi_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ganancia diaria de peso en corderos Hampshire x Suffolk

Los resultados de la prueba de crecimiento para los genotipos HS y PB cuyos tratamientos se basaron en dietas sorgo, maíz y maíz-sorgo, con 85% de concentrado, se presentan en el Cuadro 4 y 5 respectivamente, en los cuales se observa que la covariable peso inicial no afectó la respuesta en ninguna de las variables consideradas en el estudio ($P>0.05$). Así, el PF en corderos HS varió de 46.8 a 49.3 kg y en PB de 37.8 a 38.8 kg, no habiendo diferencias entre tratamientos ($P>0.05$).

Ganancia diaria de peso (GDP)

La GDP de corderos HS fue diferente entre tratamientos ($P<0.05$) observándose que los animales que recibieron la dieta sorgo-soya (T_1) tuvieron una menor ganancia de peso ($.336 \text{ Kg d}^{-1}$) que los animales que recibieron las dietas que incluían maíz (T_2 y T_3). Estos resultados son inferiores a los reportados por De la Cruz *et al.* (2006) para las razas Hampshire y Suffolk (0.450 y 0.420 kg d^{-1}), en pruebas de comportamiento, pero similares a los informados por Mustafa *et al.* (2008) en corderos Suffolk x Mule, usando grano roloado (0.379 kg d^{-1}) y raciones altas en concentrados (90%). En ovinos Suffolk x Hampshire, Núñez (2009) reportó una GDP de 0.327 kg d^{-1} , resultado similar al obtenido en el tratamiento sorgo-soya de este estudio.

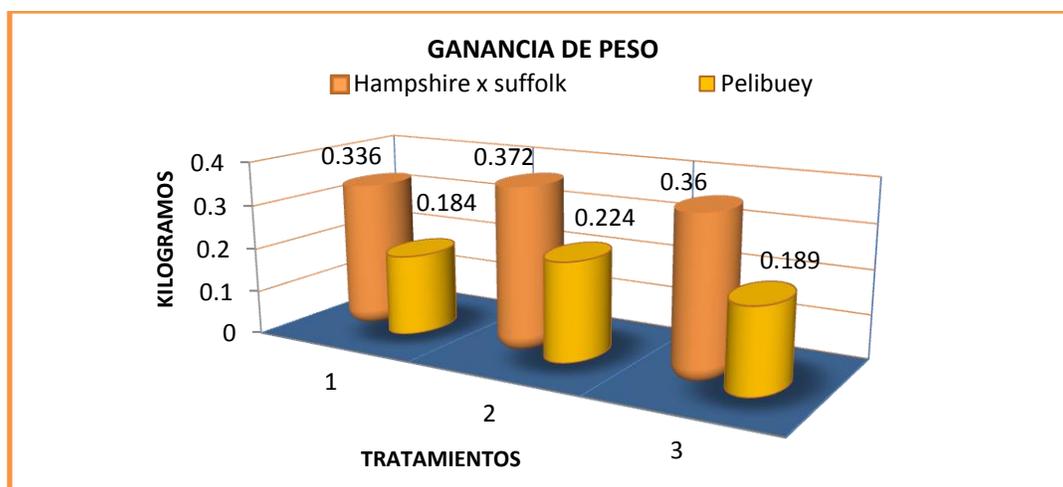


Figura 7. Ganancia diaria de peso de corderos Hampshire x Suffolk y Pelibuey alimentados con dietas 1= Sorgo, 2= Maíz, 3= Maíz-Sorgo.

En corderos PB se observó que los animales que recibieron la dieta con sorgo únicamente tuvieron una menor ($P < 0.05$) GDP (184 vs 224 y 194 g d⁻¹), mayor CA (6.78 vs 5.55 y 6.48) y menor CON (1.22 kg d⁻¹) que el tratamientos al cual se agregó maíz (1.23 kg d⁻¹), no habiendo diferencias ($P > 0.05$) en PF (37.80, 38.80 y 38.00 kg), EGD (2.60 mm) y AOC (9.59 cm²) entre los tratamientos maíz-soya y sorgo soya. Resultados similares (0.178, 181 kg d⁻¹) en esta raza fueron obtenidos por Jaramillo *et al.* (2008) y Partida *et al.* (2009) en dietas a base de sorgo y maíz. Estos resultados fueron mejorados (291.8 kg d⁻¹) por Mora *et al.* (2002) al tratar el sorgo con amilasas; así mismo, Cabrera (2007) informó de ganancias de 253 a 275, kg d⁻¹ en corderos PB, al evaluar sorgo forrajero con diferentes niveles de concentrado.

En la (figura 7), se observa la superioridad en la GDP del genotipo Hampshire x Suffolk con respecto al PB, evaluados en condiciones similares: mismas dietas, edad y peso inicial, aunque provienen de dos pruebas de crecimiento.

Consumo de alimento (CON)

En corderos HS, se observaron diferencias entre tratamientos ($P < 0.05$), siendo T_1 y T_3 (1.73 y 1.71 kg d^{-1}) los corderos que tuvieron menor consumo de alimento en comparación con T_2 (1.75 kg d^{-1}). Cobos *et al.* (2002), utilizando corderos Suffolk-Dorset, probaron tres dietas con 41.9, 46.7 y 50% de maíz, reportando un CON de 1.181, 1.41 y 1.27 kg/día respectivamente, lo cual es inferior a lo encontrado en este estudio, diferencias que pueden ser atribuidas a una menor la duración del periodo experimental y a los niveles maíz utilizados en la dieta. En la raza PB no existieron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos en CON (1.22, 1.23, 1.20 kg d^{-1}).

Conversión alimenticia (CA)

En corderos HS se encontraron diferencias ($P < 0.05$) en CA entre tratamientos, los tratamientos que contenían maíz en la dieta (T_2 y T_3), superaron al tratamiento únicamente con sorgo (5.15 vs 4.84 y 4.60). Estos resultados son similares (4.86) a los informados por Núñez (2009), menores a los reportados (5.8) por De la Cruz *et al.* (2006) y mayores (3.7) a los informados por Hammell y Laforest (1999) en la raza Suffolk. Sin embargo, para la raza Hampshire, los valores de este estudio son superiores (3.9 y 3.7) a los de los investigadores mencionados. Estos estudios evidencian la superioridad de la raza Hampshire con respecto a otras razas de lana.

Cuadro 4. Comportamiento productivo (medias y errores estándar) de corderos Hampshire - Suffolk alimentados con dietas sorgo y maíz

Variables	Tratamientos (dietas)			EEM
	1	2	3	

Peso inicial, kg (PI)	27.60 ^a	24.10 ^b	29.00 ^c	1.012
Peso final, kg (PF)	48.80	47.40	46.6	1.296
Ganancia diaria de peso, g (GDP)	336.7 ^b	372.0 ^a	360.0 ^a	8.84
Consumo diario MS, kg (CON)	1.73 ^{ab}	1.75 ^a	1.71 ^b	0.080
Conversión alimenticia (CA)	5.15 ^a	4.84 ^{ab}	4.60 ^b	0.113
Espesor grasa dorsal 12 ^a costilla mm (EGD)	3.60	4.00	3.80	0.180
Área del ojo de la costilla cm ² (AOC)	10.52	11.30	10.82	0.190

^{a, b,} Medias en hilera con diferente literal, son diferentes, ($P \leq 0.05$); EEM= Error estándar de la media. 1= Sorgo, 2= Maíz, 3= Maíz-Sorgo.

En corderos PB los resultados evidencian una mayor CA ($P < 0.05$) del tratamiento T₂ (5.55 kg MS) con respecto a T₁ y T₃. Estos resultados son similares (5.5 kg MS) a los informados por Barcena *et al.* (2002) con la adición de amilasas a corderos Pelibuey. Partida *et al.* (2009), en un estudio realizado con ovinos Pelibuey y sus cruza con Suffolk y Dorset encontró diferencias en conversión alimenticia entre sexos y genotipos, siendo menor en los machos (5.9 kg MS) que en las hembras (7.9 kg MS). En las Figura 8, se observa, que al contrastar los genotipos HS y PB, se observa que la cruza HS supera ampliamente en las variables conversión alimenticia a los corderos PB.

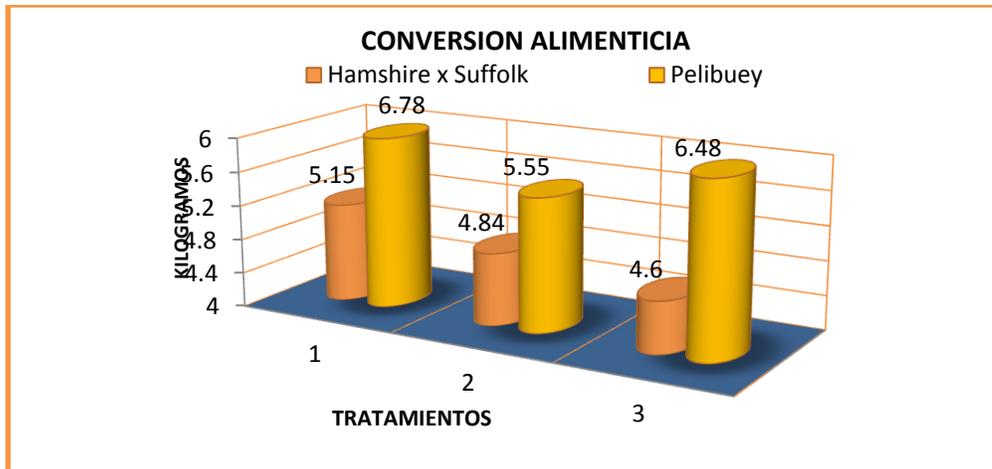


Figura 8. Conversión alimenticia en ovinos Hampshire x Suffolk y Pelibuey con una dieta 1= Sorgo, 2= Maíz, 3= Maíz-Sorgo.

Las diferencias encontradas en las variables relacionadas con la tasa de crecimiento, pueden atribuirse a mejor aporte nutricional. En general, se espera que las dietas que contienen una fuente de almidón tengan una mayor fermentación y sean energéticamente más eficientes (Hungate, 1966).

Espesor de grasa dorsal

En el presente estudio el EGD de corderos del genotipo HS no fue diferente entre tratamientos (3.6, 4.0 y 3.8 mm), la cual es menor (5.0 y 8.3 mm) a la obtenida por De la Cruz *et al.* (2006) y Lara y Gutiérrez (2004) en Suffolk y Hampshire (4.56 y 5.44 mm). Valores similares (3.1 mm) fueron obtenidos por Bianchi (2005) en cruza Hampshire x Corriedale.

En el caso de la raza PB, no existieron diferencias entre tratamientos ($P>0.05$) en EGD cuyos valores fueron menores (2.60, 3.00, y 2.80 mm²) a los obtenidos en la raza HS, lo cual evidencia que corderos de pelo tienen menor grasa dorsal que los de doble propósito.

Cuadro 5. Comportamiento productivo (medias y errores estándar) de corderos Pelibuey alimentados con dietas sorgo y maíz.

Variables	Tratamientos			EEM
	1	2	3	
Peso inicial, kg (PI)	26.76 ^a	25.60 ^b	26.70 ^c	1.116
Peso final, kg (PF)	37.80	38.80	38.00	0.988
Ganancia diaria de peso, g (GDP)	0.184	0.224	0.189	0.112
Consumo diario MS, kg (CA)	1.22	1.23	1.20	0.012
Conversión alimenticia(CON)	6.78	5.55	6.48	0.388
Espesor grasa dorsal 12 ^a costilla mm (EGD)	2.60	3.00	2.80	0.183
Área del ojo de la costilla cm ² (AOC)	9.59	10.03	9.96	0.496

^{a, b} Medias en hilera con diferente literal, son diferentes, ($P \leq 0.05$); EEM= Error estándar de la media. 1= Sorgo, 2= Maíz, 3= Maíz-Sorgo.

Área del ojo de la costilla

Para AOC no existieron diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$) tanto en HS como para PB, cuyos valores variaron de 10.5 a 11.3 cm² y de 9.59 a 10.03 cm² respectivamente, estos valores son inferiores a los obtenidos para corderos Hampshire, Suffolk y cruza Katahdin x Suffolk (15.1, 14.4 y 15.5 cm²) por otros investigadores (De la Cruz *et al.*, 2006; Vázquez *et al.*, 2011). Estas diferencias pueden atribuirse a un mayor peso al sacrificio y diferencias genéticas entre razas.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en esta investigación, y bajo las condiciones experimentales en las que se realizó, se concluye lo siguiente:

Los corderos HS alimentados con la dieta sorgo- soya tuvieron una menor ($P<0.05$) ganancia de peso, mayor conversión alimenticia y mayor consumo de alimento que los corderos que consumían maíz.

Aun cuando no son directamente comparables los dos ensayos de crecimiento, ya que se realizaron independientemente y que el patrón de crecimiento entre ovinos de lana es diferente de los ovinos de pelo, fue evidente la superioridad de los corderos HS en ganancia diaria de peso y conversión alimenticia sobre los PB.

LITERATURA CITADA

- Bianchi G., Garibotto, G., Bentancur O., Feed O., Franco J., Peculio A. y Suñado, C. 2005. Características productivas y calidad de la canal y de la carne en corderos pesados corriedale y hamshire down x corriedale. *Revista Argentina de Produccion Animal*. 25:75-91.
- Cabrera A. N., Rojas P. M., Rentería I. D, serrano A. S., López M. O. 2007. Influencia de la suplementación sobre la ganancia de peso y calidad de la canal en borregos Dorper x Katahdin. *Revista UDO Agrícola* 7 (1): 245-251.
- Cobos, M.A., L.E. García, S.S. González, J.R. Barcena, D.S. Hernández y M. Pérez-Sato (2002). The effect of shrimp shell waste on ruminal bacteria and performance of lambs. *Animal feed Science and Technology*. (95) 179-187.
- De la Cruz, C. L., Torres H. G., Nuñez D. R., Becerril P. C. 2006. Evaluación de características productivas de corderos Hampshire, Dorset y Suffolk en pruebas de comportamiento, en Hidalgo, Mexico. *Agrociencia* 40:59-69.
- Fimbres, H., Hernández V. G., Picón R. J. F., Kawas J. R., Lu C. D. 2002. Productive performance and carcass characteristics of lambs fed finishing containing various forage levels. *Small Ruminant Research*. (43) 283-288.
- FINANCIERA RURAL. 2011. Monografía del sorgo grano. Disponible: www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural. Consultado el 6 de junio del 2011.

- García, E.1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen: para adaptarlos a las condiciones de la República Mexicana. Ed. Universidad Autónoma de México, DF. México.
- González G. R., Blardony R. K., Ramos J. J. A., Ramírez H. B., Sosa R., Gaona P. M. 2013. Rentabilidad de la producción de carne de ovinos Katahdin x Pelibuey con tres tipos de alimentación. *Avances en Investigación Agropecuaria* 17(1): 135-148.
- González G. R., Torres H. G., Castillo A. M. 2002. Crecimiento de corderos blackbelly entre el nacimiento y el peso final en el trópico húmedo de México. *Veterinaria México* 33(4):443-453.
- Hammell K. L., Laforest J. P. 1999. Evaluation of the growth performance and carcass characteristics of lambs produced in Quebec. Département des sciences animales, Faculté des sciences, de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Sainte-Foy (Québec), Canada. Pp. 25-33.
- Hungate R E. The rumen and its microbes. New York: Academic Press, 1966. Department of Bacteriology and Agricultural Experiment Station. University of California. Davis, Cal. Pp. 533
- Jaramillo L. E., Molinar H. F., Leos M. J. A., Hinojosa, A. M. C. 2008. Efecto en 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.

- Kosgey I. S., Rowlands G. J., Arendonk, J. A. M., Baker R. L. 2008. Small ruminant production in smallholder and pastoral /extensive farming systems in Kenya. *Small Ruminant Research* 77, 11-24.
- Lara P., J., y A. Gutiérrez Y. 2004. IV Prueba de comportamiento en ovinos. Folleto. Asociación Ganadera Local de Ovinocultores de Querétaro. Querétaro, Qro. pp.9.
- Medina A. G., González A. S., Pérez T. S. R. 2004. Características permisibles para a clasificación de la canal ovina. Memorias III Congreso Nacional de Ovinos Tropicales. México. D. F. p.134-141.
- Mora J. G., Barcena G. R., Mendoza M. G., González M. S., Herrera H. J. 2002. Respuesta productiva y fermentación ruminal en borregos, alimentados con grano de sorgo tratado con amilasas. *Agrociencia*. (36) :31-39.
- Mustafa I. M., Chardwick J. P., Akhtar P., Ali S., Lateef M., Sultan J. I. 2008. The effect of concentrate and silage-based finishing diets on the growth performance and carcass characteristics of Suffolk cross and Scottish blackface lambs. *Turkish Veterinary Animal Journal* 32(3), 191-197.
- Núñez, A. J. M. 2009. Caracterización y evaluación genética de rebaños ovinos (en el sur del Distrito Federal). Tesis de Maestría Colegio de Postgraduados.
- Partida, P. J. A., 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. *Tec. Pecu. Mex.* 47(3):313-322.

Pérez R. H., Zavaleta E. R., Castro O. G. 2006. Ganancia de peso en ovinos Dorper bajo un sistema de pastoreo con suplementación ofrecida a diferentes horas del día. Tesis de Maestría. Nutrición Animal. Universidad Autónoma de México (UNAM). México. D.F. pp. 22-31.

SAS. SAS/STAT User's Guide. (Released 9.1.3): SAS Inst. Inc. Cary NC, USA. 2008.

SIAP (Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera). 2011. *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos*. Sagarpa. [http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/integracion/EstadisticaBasica/Pecuario PoblacionGanadera/ProductoEspecie/ovino.pdf](http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/integracion/EstadisticaBasica/Pecuario_PoblacionGanadera/ProductoEspecie/ovino.pdf) (Consultado el 8 de octubre de 2011).

Steel RGD, Torrie JH and Dickey DA . 1997. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. Third ed. New York, USA: McGraw- Hill Book Co. pp. 666.

Vázquez E. T., Partida J. A., Rubio M. S. L., Méndez D. M. 2011. Comportamiento productivo y características de la canal en corderos provenientes de la cruce de ovejas Katahdin con machos de cuatro razas cárnicas especializadas. *Revista Mexicana Ciencia Pecuaria*. 2 (3):247-258.

CAPITULO 2. CARACTERÍSTICAS DE LA CARNE EN OVINOS HAMPSHIRE-SUFFOLK AND PELIBUEY USANDO DOS FUENTES DE GRANO EN LA DIETA

Juan Carlos Torres Ramírez, MC.

Colegio de Postgraduados, 2013

RESUMEN

Se realizó un estudio para evaluar el rendimiento en canal, pH, color y textura de la carne de corderos alimentados con una dieta basada en dos fuentes de grano: T₁: sorgo (60%) – soya (40%), T₂: maíz (60%) – soya (40%) y T₃: sorgo (30%) maíz (30%)-soya (40%). Se sacrificaron 24 corderos con un peso promedio 47.7 ± 1.2 y 38.2 ± 0.98 kg respectivamente y 6.5 meses de edad. Los datos se analizaron según un diseño completamente al azar con covariable (peso al sacrificio) usando el PROC GLM y las medias comparadas con Tukey. No se encontró interacción tipo genético x dieta ($P > 0.05$). En corderos H x S, los animales que recibieron la dieta maíz-soya (T₂) tuvieron mejor rendimiento ($P \leq 0.05$) en la canal caliente, (52.76 %) que los del T₁ (50.01 %) siendo similar ($P \leq 0.05$) al T₃ (51.95 %). En corderos PB, el rendimiento en canal fue similar ($P \geq 0.05$) entre tratamientos (T₁: 47.15, T₂: 51.18 y T₃:49.98 %). Con respecto a pH, color y textura, no se evidenciaron diferencias ($P \geq 0.05$) entre tratamientos. Se concluye que la adición de maíz o sorgo a la dieta de ovinos en finalización, no modificó las propiedades físicas de la carne pero si influyó en su rendimiento en canal.

Palabras claves: calidad carne, ovinos, Pelibuey, Hampshire-Suffolk.

CARCASS YIELD AND MEAT CHARACTERISTICS IN HAMPSHIRE-SUFFOLK AND PELIBUEY SHEEP USING TWO GRAIN SOURCES ON THE DIET.

Juan Carlos Torres Ramírez, MC.
Colegio de Postgraduados, 2013

ABSTRACT

In order to compare the effect of grain's diets, sorghum and corn, on meat quality: pH, color and texture, 24 Hampshire x Suffolk (HS) and Pelibuey (PB) lambs's were fed with two grain sources: T₁: sorghum (60%) - soya (40%), T₂: corn (60%) - soya (40%) and T₃: sorghum (30%) corn (30%) - soya (40%) and slaughtered at 6.5 months of age and weight average of 47.7 ± 1.2 and 38.2 ± 0.98 kg. The data were analyzed as a completely randomized design with slaughter weight as a covariate using the PROC GLM, and the treatment means compared with Tukey. There was not interaction genetic type x diet ($P>0.05$). In lambs H x S, the animals that received the diet corn-soya (T₂) they had better yield ($P<0.05$) in the hot carcass, (52.76%) that those of the T₁ (50.01%) being similar ($P>0.05$) to the T₃ (51.95%). In lambs PB, the carcass yield was similar ($P>0.05$) among treatments (T₁: 47.15 %, T₂: 51.18 % and T₃: 49.98 %). With it concerns to pH, color and texture, differences were not significant ($P>0.05$) among treatments. The results showed that the addition of corn or sorghum to the sheep's finishing diet, didn't modify the physical properties of the meat but it influenced the carcass yield.

Key words: meat characteristics, pelibuey and hampshire-suffolk sheep.

INTRODUCCIÓN

El incremento en la demanda de carne ovina en México, ha propiciado una tasa de crecimiento anual del 6.7 % del rebaño nacional y la oferta de carne en canal (SIAP, 2008), siendo la zona centro del país la de mayor demanda, cuya carne se destina principalmente a la preparación de barbacoa. Esta reactivación ovina se ha visto reflejada en una mayor integración de la producción primaria con los eslabones de transformación, procesamiento y comercialización de la cadena cárnica, así como en la diversificación de productos y subproductos ovinos, tales como cortes finos de cordero, carne frías, embutidos y mixiotes enlatados (Gómez, 2009).

El crecimiento de los corderos y el rendimiento de la canal, se ven afectados por la nutrición, raza, sexo, edad y estado fisiológico del animal (Arbiza y De Lucas, 1996; Fimbres *et al.* 2002). Así, son comunes las razas de lana Suffolk, Hampshire y Rambouillet o de pelo como Blackbelly y Pelibuey, así como, encastes de las mismas. En la evaluación de características de la canal de corderos Hampshire, Suffolk y Polle Dorset, con diferentes niveles de energía en la dieta, Hammell y Laforest (1999) reportaron valores de 56.8%, 56.7% y 56.2 % en el rendimiento de la canal caliente y en corderos Pelibuey del 46.2 al 49.3% (Partida y Martínez, 2010).

El rendimiento de la canal es importante, ya que determina la cantidad de carne producida por kilogramo de peso vivo. Además las características fisicoquímicas de color, pH y textura, las cuales determinan la apariencia física de la carne y su aceptación por el consumidor (Cañeque y Sañudo 2000). Considerando la importancia de lo anterior, el objetivo del estudio fue evaluar el rendimiento en canal y algunas características físico - químicas de la carne: pH, color y textura de corderos en finalización usando maíz y sorgo en la dieta.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en los laboratorios del Programa de Ganadería del Colegio de Posgraduados, en Montecillo, Texcoco, Edo. de México. Se utilizaron las canales de 24 corderos Hampshire-Suffolk y Pelibuey de 6.5 meses de edad con un peso promedio de 47.7 ± 1.2 y 38.2 ± 0.98 kg, las cuales habían recibido los siguientes tratamientos: T₁: Dieta con 60 % de sorgo, T₂: Dieta con 60 % maíz y T₃: Dieta con 30 % de sorgo y 30 de maíz (Cuadro 1).

Variables medidas

- a) **Rendimiento en canal caliente.** Se obtuvo dividiendo el peso de la canal caliente entre el peso vivo del animal antes del sacrificio, expresado en porcentaje.



Figura 9. Canal caliente después del sacrificio

- b) **Rendimiento en canal fría.** Se dividió el peso de la canal fría (peso de la canal caliente después de permanecer 24 h en refrigeración) entre el peso vivo del animal antes del sacrificio, expresado en porcentaje.



Figura 10. Canal fría en la cámara de refrigeración

c) **pH.** Se utilizó un potenciómetro entre la 12^a y 13^a costilla. Se midió inmediatamente al sacrificio y 24 h después (pH *posmortem*).



Figura 11. Lectura del pH en canal con la utilización del potenciómetro

d) **Color.** Se utilizó con el sistema Hunter Lab. Se detrmizó L (luminosidad), a (rojo a verde) y b (azul amarillo). Donde L* representa luminosidad de la carne, a* brinda la tonalidad que va de rojo a verde y b* indica los colores de amarillo a azul.

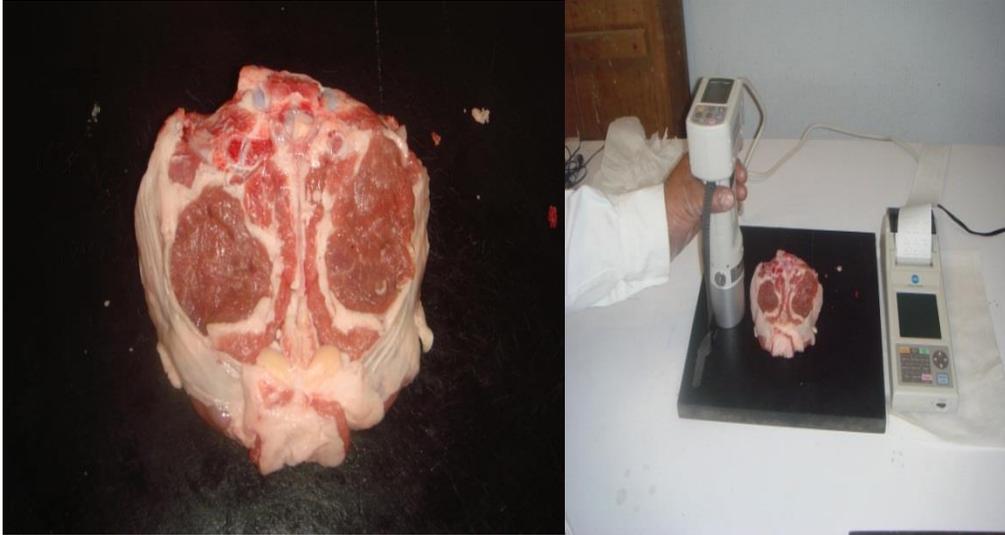


Figura 12. Muestras de carne para la lectura de los índices de color

e) **Textura.** Se determinó con un equipo (textureanaliser, modelo: TAXT2i, Scarsdale, N.Y.) el cual cuenta con una navaja sencilla de Warner-Bratzler, operado con una velocidad de ensayo de 5 mm/s, una distancia de ruptura de 40 mm, una fuerza de corte de 0.918 N en un tiempo de 2 s. La muestra de carne se colocó bajo la navaja de tal forma que las fibras musculares quedaran perpendiculares a la navaja (Guerrero *et al.*, 2002).



Figura 13. Muestras empleadas para la determinación de color

Análisis estadístico

Los datos se analizaron usando el procedimiento GLM (SAS, 2008), considerando como covariable el peso al sacrificio de los corderos y las medias de tratamiento fueron comparadas con la prueba de Tukey (Steel, Torrie y Dickey, 1997).

El modelo estadístico asociado al diseño fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + \tau_j + \beta(X_{ij} - X_{i.}) + \xi_{ij_k} \quad i=1, \dots, 5; j=1, \dots, 5$$

dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta (rendimiento en canal, P^H, color y textura); μ = Media general; R_i = efecto de i-esima raza (i=1,2), τ_j = efecto de la j-ésima dieta (j=1,2,3); β = coeficiente de regresión; $(X_{ijk} - \bar{X}_{i.})$ = covariables (peso de la canal); ξ_{ij} = Error aleatorio; $\xi_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de la canal

Los resultados de las características de la canal se presentan en el (Cuadro 6). No se observó interacción genotipo x dieta ($P>0.05$). En corderos Suffolk –Hampshire El rendimiento de la canal caliente fue mayor ($P<0.05$) en los corderos del T_2 (52.76 %), en comparación con los del tratamiento T_3 (51.95 %) y T_1 (50.01 %). Resultados similares (56.8%, 56.7%) informados por Hammell y Laforest (1999) en Hampshire y Suffolk y 47.06% con Polipay x Rambouillet (Jaramillo *et al.*, 2008) utilizando dietas a base en maíz y sorgo rolados.

Partida *et al.*, (2009) obtuvieron rendimientos de 51.8 y 50.8% en ovinos Pelibuey x Suffolk y Pelibuey x Dorset, usando maíz como fuente de energía. Bianchi *et al.* (2005) reportaron rendimientos de 49.9% en ovinos Hampshire x Corriedale. Valores de 64.72 % fueron obtenidos por Vázquez *et al.*, (2011), con borregas Katahdin apareadas con sementales Suffolk y Charollais, utilizando sorgo en la dieta. En general, las variaciones en el rendimiento en canal que se informan en los estudios anteriores se deben, básicamente, a diferencias en el peso al sacrificio y al genotipo utilizado (Warris, 2003), así como, a diferencias en el contenido gastrointestinal, lo cual minimiza ajustando el peso por dicho contenido (Partida y Martínez, 2010).

En el estudio con corderos Pelibuey (Cuadro 7) se encontraron diferencias entre tratamientos ($P<0.05$), siendo mayor el rendimiento de la canal caliente en en los animales alimentados con maíz en la dieta (T_2 , 51.8%), en comparación con los alimentados con maíz y sorgo (T_3 , 49.98%) y sorgo (T_1 , 47.15%).

En general, los rendimientos en la canal caliente son similares a los obtenidos en este estudio, Partida y Martínez (2010) y Vargas *et al.*, (2007) informaron de valores de Pelibuey de 46.2 a 55%; Jaramillo *et al.*, (2008) de 50.97% usando maíz rolado; Frías (2011) obtuvo 43.0%. Hernández *et al.*, (2009) observaron 53.5 y 48.3% con la raza Dorper/Katahdin, utilizando sorgo forrajero. Cabrera *et al.* (2007) reportaron rendimientos en canal de 43.5, 52.3, 53,3 y 54.0 % para los tratamientos T₁, T₂, T₃ y T₄., al evaluar corderos Dorper x Katahdin, en dietas con 28% de maíz molido, 28% sorgo molido.

Frías *et al.*, (2011) al evaluar la calidad y rendimiento en canal en corderos Pelibuey suplementados con caña de azúcar fermentada obtuvo un pH *posmortem* de 5.49 estos son parecidos a los reportados en esta investigación. Rodríguez *et al.*, (2008), reportaron un pH *posmortem* de 5.6 al evaluar tres niveles de pulpa de cítricos 33, 67 y 100% en corderos Santa Inés con una dieta que contenía 90% de concentrado pulpa de cítricos, harina de soya y minerales.

pH

En el genotipo Hampshire-Suffolk, el pH al sacrificio varió de 6.40 a 6.47 no existiendo diferencia entre tratamientos ($P>0.05$), coincidiendo con lo informado (6.3) por Hernández *et al.*, (2009) en corderos Rambouillet x Criollo, En pH *posmortem*, tampoco se encontró efecto de tratamiento ($P>0.05$), cuyos valores variaron de 5.35 a 5.57, similar al reportado (5.6) por Bianchi *et al.* (2006) en cruces Hampshire x Corriedale. Ramos *et al.* (2001) obtuvieron valores de pH de 7.02, 6.60 y 5.44 (a los 0 min, 45 min y 24 horas *posmortem*), en corderos ½ Ile de France x ½ Corriedale.

Cuadro 6. Características de la canal de corderos Hampshire x Suffolk alimentados con maíz y sorgo.

Hampshire x Suffolk	Tratamientos			EEM
	1	2	3	
Peso al sacrificio	46.80	47.00	49.3	1.296
Peso canal caliente	23.40 ^b	24.79 ^a	25.61 ^b	0.294
Peso canal fría	22.51 ^b	23.50 ^a	24.36 ^b	0.269
Rendimiento canal caliente	50.01 ^b	52.76 ^a	51.95 ^{ab}	0.522
Rendimiento canal fría	48.10	50.00	49.42	0.419
pH sacrificio	6.42	6.40	6.47	0.022
pH <i>postmortem</i>	5.37	5.57	5.35	0.048
Color				
L	41.39	45.73	44.16	0.999
A	16.56	15.57	15.33	0.827
B	8.60	7.28	8.06	1.955
Textura cm ²	2.48	2.31	2.77	0.083

a, b, medias en hilera con diferente literal, son diferentes, ($P \leq 0.05$); EEM= Error estándar de la media;

L = Luminosidad; A = Rojo o verde; b = Amarillo o azul. 1= sorgo, 2= Maiz, 3= Maiz y Sorgo.

En corderos Pelibuey el pH al sacrificio varió de 6.4 a 6.5 y el pH *postmortem* de 5.3 a 5.4 no habiendo efectos entre tratamientos ($P > 0.05$), similares resultados fueron informados por Frías *et al.*, (2011) y Rodríguez *et al.* (2008), quienes reportaron en pH *postmortem* de 5.49 y 5.6, corderos Santa Inés.

Color

Los indicadores de color L^* , a^* y b^* no se modificaron ($P>0.05$) por efecto de la inclusión de maíz o sorgo en las dietas evaluadas. Los valores de L^* encontrados fueron de 41.39, 45.73, 44.16 para T_1 , T_2 y T_3 , valores muy superiores a reportado (L^* 27.44) por Romero (2011), al evaluar carne de corderos Hampshire x Suffolk, cuya dieta contenía diferentes niveles de ractopamina. En corderos pelibuey, la evaluación del color fue de 41.15, 17.34, 7.39, para L^* , a^* , b^* , resultados similares (42.62, 14.7, 7.22) a los de Rodríguez *et al.*, (2008), con corderos Santa Inés y superiores (36.77, 12.76, 11.65) a los de García *et al.* (1998) quienes evaluaron la calidad de la carne en ovinos Pelibuey.

Textura

Los resultados en corderos Suffolk x Hampshire fue de 2.52 cm^2 . Bianchi *et al.*, (2005), obtuvo 3.5 y 2.6 cm^2 en espesor de grasa dorsal para corderos corriedale puros y Hampshire x Corriedale. Gonzales 2011, reportó 4.8, 4.4, 4.0, 3.1 y 2.8 cm^2 de espesor de grasa dorsal en 1, 2, 4, 8 y 16 días en el tiempo de maduración de la carne de ovejas de la raza Corriedale. Bianchi *et al.*, (2006), reportó 4.7 y 4.1 cm^2 al evaluar el efecto del peso al sacrificio sobre la calidad de la canal Hampshire x Corriedale y Southdown x Corriedale.

Cuadro 7. Características de la canal de corderos Pelibuey alimentados con maíz y sorgo.

Pelibuey	TRATAMIENTOS			
	1	2	3	EEM
Peso al sacrificio	37.80	38.80	38.00	0.998
Peso canal caliente	17.83	20.2	18.85	0.275
Peso canal fría	16.75	19.32	17.72	0.304
Rendimiento canal caliente	47.15	51.8	49.98	1.333
Rendimiento canal fría	44.31	49.54	46.98	1.344
pH sacrificio	6.42	6.45	6.5	0.031
pH <i>postmortem</i>	5.32	5.45	5.4	0.033
Color				
L	42.18	40.77	41.1	1.139
A	17.29	18.08	16.66	0.556
B	8.11	7.02	7.04	0.486
Textura cm ²	2.40	2.22	2.68	0.120

a, b, medias en hilera con diferente literal, son diferentes, ($P \leq 0.05$); EEM= Error estándar de la media; L = Luminosidad; A = Rojo o verde; b = Amarillo o azul. 1= sorgo, 2= Maíz, 3= Maíz y Sorgo

Los resultados obtenidos en textura para corderos Pelibuey fue de 2.43 cm², similar a lo informado (2.73) por Hernández *et al.*, (2009) en Pelibuey x Katahdin.

CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos se concluye que los corderos Suffolk x Hampshire con dietas a base de maíz presentaron un mejor rendimiento en canal caliente y mayor peso de la pierna, espaldilla y espinazo que los corderos Pelibuey.

Los resultados obtenidos en relación a los diferentes tiempos de maduración (Textura) y pH no mostraron diferencias en los genotipos evaluados lo que hace inferir que las dietas se mantuvieron equilibradas con los niveles óptimos de proteína y energía.

En general, las diferencias obtenidas con respecto a otros estudios se deben, básicamente, a diferencias en el peso al sacrificio, genotipo y dieta empleada en el proceso de finalización de corderos.

LITERATURA CITADA

- Arbiza, S.I., T.J. DeLucas 1996. Producción de Carne Ovina. México: Editores Mexicanos Unidos.
- Bianchi, G., Garibotto, G., Bentancur, O., Feed, O., Franco, J., Peculio, A. y Suñado, C. 2005. Características productivas y calidad de la canal y de la carne en corderos pesados corriedale y hamshire down x corriedale. Revista Argentina de Produccion Animal. 25:75-91.
- Bianchi, G; Garibotto, G; Feed, O.; Bentancur, O; Franco, J. 2006. Efecto del peso al sacrificio sobre la calidad de la canal y de la carne de corderos Corriedale puros y cruza. Archivos de Medicina Veterinaria, vol. 38(2) : 161-165.
- Cabrera A. N., Rojas P. M., Rentería I. D, serrano A. S., López M. O. 2007. Influencia de la suplementación sobre la ganancia de peso y calidad de la canal en borregos Dorper x Katahdin. Revista UDO Agrícola 7 (1): 245-251.
- Cañeque, V. y C. Sañudo. 2000. Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Ministerio de Ciencia y Tecnología-INIA, Madrid. 255p.
- Frías J. C. Aranda., E. M. Ramos., J. A. Vázquez., Días P. 2011. Calidad y rendimiento en canal de corderos en pastoreo suplementados con caña de azúcar fermentada. Avances en investigación agropecuaria. 15(3):33-44.
- Fimbres, H., Hernández V. G., Picón R. J. F., Kawas J. R., Lu C. D. 2002. Productive performance and carcass characteristics of lambs fed finishing containing various forage levels. Small Ruminant Research. (43) 283-288.

- 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.
- García J. A., Nuñez F. A., Rodríguez F. A., Priet C., Molina N. L. Domínguez., 1998. Calidad de la canal y de la carne de borregos Pelibuey castrados. Tec. Pecu. Mex. Vol 36 (3) : 225-232
- García, E.1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen: para adaptarlos a las condiciones de la República Mexicana. Ed. Universidad Autónoma de México, DF. México.
- Gómez, M. J. 2008. Alternativas de mercado para la carne ovina en México. Smposium internacional, producción de carne ovina. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp 123
- Gómez MJ. Alternativas de mercado para la carne ovina en México 2009. En: Peláez H. editor. Seminario Internacional de Ovinocultura. Cholula, Pue..
- González, C.; Civit, D.; Díaz, M.; Ciccimarra, J.; Serna, L. 2011. Efecto del tiempo de maduración sobre la textura de la carne de ovejas de refugio de la raza corriedale. Veterinaria Argentina, 28 (276).
- Hammell K. L., Laforest J. P. 1999. Evaluation of the growth performance and carcass characteristics of lambs produced in Quebec. Département des sciences animales, Faculté des sciences, de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Sainte-Foy (Québec), Canada. Pp. 25-33

- 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.
- Jaramillo, L.E; Molinar, H.F; Leos, M. J.A; 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* 33 (7): 131-139.
- Jessé Siqueira O., Ciniro Costa, Cledson Augusto G., Liciania Vaz de A. S. 2005. Medidas Objetivas das Carcaças e Composição Química do Lombo de Cordeiros Alimentados e Terminados com Três Níveis de Proteína Bruta em Creep Feeding. *R. Bras. Zootec.*, v.34, n.6, p.2382-2389, 2005.
- Martínez, R. L. 2003. Características de las canales de ovinos. Alimentación en ovinos. Curso Bases de la Cría Ovina, Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinos. Pachuca, Hidalgo.
- NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants. Sheep, goats, cervids, and new world camelids. Edición The National Academy Press, Washington, D.C. 362 p.
- Partida, P.J., Braña, V.D. y Martínez, R.L. 2009. Desempeño productivo y propiedades de la canal en ovinos pelibuey y sus cruza con Suffolk o Dorset. *Tec. Pecu. Mex.* 47(3):313-322.
- Partida PJA, Martínez R. L. 2010. Composición corporal de corderos Pelibuey según la concentración energética de la dieta y el peso de sacrificio. *Vet. Méx.*, 41 (3).

- Pérez P. M., Maino M. M., Köbrich C. G., Sol M. M. S., Pokniak P. R. 2007. efecto del peso de sacrificio y sexo sobre la canal de corderos lactantes del cruce suffolk down x merino precoz alemán. Revista científica, FCV-LUZ/Vol. XVII, N° 6, 621-626.
- Ponnampalam, E.N., Dixon, R.M., Hosking, B.J., Egan, A.R. 2004. Intake, growth and carcass characteristics of lambs consuming low digestible hay and cereal grain. Anim. Feed Sci. Techn. (114): 31-41.
- Ramos E. S., Deodato C. S., Fernandes S. 2001. Efeito do Sexo e do Peso ao Abate sobre a Produção de Carne de Cordeiro. I. Velocidade de Crescimento, Caracteres Quantitativos da Carcaça, pH da Carne e Resultado Econômico. Rev. Bras. Zootec., 30(3):844-848.
- Rodríguez G. H., Susin I., Vaz A. P, Quirino C. M., Shibata F. U., Contreras C. J. C. 2008. Polpa cítrica em rações para cordeiros em confinamento: características da carcaça e qualidade da carne. R. Bras. Zootec., 37(10)1869-1875.
- Romero A. M. R. 2011. Efecto del clorhidrato de ractopamina en el comportamiento productivo y características de carne de ovinos en finalización. Tesis de Maestría Colegio de Postgraduados.
- Rubio MS, Torres N, Gutierrez J, Méndez RD. 2004. Composition and sensory evaluation of lamb carcasses used for the traditional Mexican lamb dish, barbacoa. Meat Sci. 67(2):359-364.
- SAS. SAS/STAT User's Guide. (Released 9.1.3): SAS Inst. Inc. Cary NC, USA. 2008.

- Steel RGD, Torrie JH and Dickey DA. 1997. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. Third ed. New York, USA: McGraw- Hill Book Co. 666 p
- SIAP 2011. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera SAGARPA. Ovino producción, precio, valor, animales sacrificados y peso de carne en canal 2008[en línea]. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=371. Consultado Jun 15, 2011.
- Vargas G.F., Pérez, T.M.A., De Lucas, T.J. 2007. Evaluación preliminar del rendimiento de la canal en ovinos de pelo mediante uso de ultrasonografía. Universidad nacional autónoma de México. Pp1-3.
- Vázquez E. T., Partida J. A., Rubio M. S. L., Méndez D. M. 2011. Comportamiento productivo y características de la canal en corderos provenientes de la cruce de ovejas Katahdin con machos de cuatro razas cárnicas especializadas. Revista Mexicana Ciencia Pecuaria. 2 (3):247-258.
- Walter Piola J., Edson Luis de A. R., Ivone Yurika M., Leandro das Dores F., Cícero Leandro de S., Fernando Henrique P. 2009. Níveis de energia na alimentação de cordeiros em confinamento e composição regional e tecidual das carcaças. R. Bras. Zootec. 38(9)1797-1802.
- Warris PD. Ciencia de la carne. Zaragoza, España: Ed. Acribia; 2003.
- Warner, R.d., Butler, K.M., Bogdanovic, B and Hodge, R.W. 1990. Meat quality of aged wethers. Procc. Aust. Soc. Anim. Prod., (18):420-425.