



Veterinaria México

ISSN: 0301-5092

rmp@servidor.unam.mx

Universidad Nacional Autónoma de México  
México

López Palacios, Ma. Guadalupe; Rubio Lozano, Ma. Salud; Valdés Martínez, Sara E.  
Efecto del cruzamiento, sexo y dieta en la composición química de la carne de ovinos Pelibuey con  
Rambouillet y Suffolk  
Veterinaria México, vol. 31, núm. 1, enero-marzo, 2000, pp. 11-19  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42331102>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en [redalyc.org](http://redalyc.org)

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Efecto del cruzamiento, sexo y dieta en la composición química de la carne de ovinos Pelibuey con Rambouillet y Suffolk

Ma. Guadalupe López Palacios\*  
Ma. Salud Rubio Lozano\*\*  
Sara E. Valdés Martínez\*

## Abstract

The present paper had as an aim to evaluate the chemical composition of Pelibuey or Tabasco (P) meat and its crossbreeding with Rambouillet (PR) and Suffolk (PS) in order to determine if the quality of this meat improves. Samples of *Longissimus dorsi* of right carcass were used. Thirty lambs were feed with two different diets; they were divided in two groups of 5 animals for each treatment. Diet A included oat hay, corn ensilage, soy paste and mineral salts. Diet B had the same components substituting the corn ensilage with citric waste pulp. Data was analyzed according to procedures outlined by SAS, ANOVA, Tukey and simple correlation. Chemical analyses (moisture, protein, fat, collagen and ash) of meat showed significant statistical differences ( $P < 0.05$ ). In the chemical composition the corn ensilage with citric waste pulp in the diet did not influence results. Ewes exhibited most fat meat than rams, and protein content was the same for both sexes. In conclusion, the P crossbreeding with Rambouillet and Suffolk improved significantly the quality of the meat.

**Key words:** LAMB, PELIBUEY, RAMBOUILLET, SUFFOLK, CROSS BREEDING, MEAT, MOISTURE, PROTEIN, FAT, COLAGEN, ASH.

## Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo principal evaluar la composición química de la carne de ovinos Pelibuey o Tabasco (P) y su cruce con Rambouillet (PR) y Suffolk (PS) a fin de identificar los cambios químicos reflejados en la calidad de la carne. Se utilizaron muestras de *Longissimus dorsi* de la media canal derecha de 30 ovinos que fueron alimentados con dos dietas diferentes, distribuyéndose en grupos de 5 animales para cada tratamiento. La dieta A consistía en heno de avena, ensilado de maíz, pasta de soya y sales minerales. La dieta B consistía en los mismos alimentos que la dieta A cambiando por bagazo de cítricos el ensilado de maíz. Se empleó el programa estadístico SAS, haciendo uso de un modelo de análisis factorial ( $3 \times 2 \times 2$ ), método de Tukey y coeficiente de correlación de Pearson. Se evaluó la composición química (humedad, proteína, grasa, colágeno y cenizas) de la carne encontrándose diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) para la humedad, grasa y colágeno. En la composición química no influyó la sustitución de ensilado de maíz por bagazo de cítrico en la dieta. Las hembras presentaron carne más grasa y menos colágeno que los machos. Con base en los resultados obtenidos se concluye que la cruce de animales Pelibuey con Rambouillet y Suffolk mejora significativamente la composición química de la carne.

**Palabras clave:** OVINOS, PELIBUEY, RAMBOUILLET, SUFFOLK, CARNE, HUMEDAD, PROTEÍNA, GRASA, COLÁGENO, CENIZAS.

---

Recibido el 27 de abril de 1999 y aceptado el 22 de septiembre de 1999.

\* Departamento de Ingeniería y Tecnología, Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Campo 1, Av. 10. de mayo s/n, Cuautitlán-Izcalli, Estado de México, 54700, México, A.P. 25, teléfonos: 623 20 25, 623 20 45, fax: 623 20 45.

\*\* Departamento de Rumiantes, Centro de Enseñanza Práctica, Investigación en Producción y Salud Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Carretera a San Miguel Topilejo 246, México, D.F., 14500, teléfono: 848 05 15, fax: 848 05 14.

## Introducción

A través del tiempo los ovinos han constituido una especie que proporciona múltiples satisfactores a la humanidad; la producción de lana, carne, piel o leche son algunos de los elementos explotados por el hombre y la tecnología de manejo y obtención son totalmente diferentes en cada país. De la ovinocultura la producción de lana ocupa el primer lugar, siguiendo la de carne y posteriormente piel y leche.<sup>1-4</sup>

Actualmente en el país, el objetivo más relevante en la producción de ovinos es la obtención de carne destinada al consumo humano donde la producción de carne ovina representa 0.77% del total nacional de productos de origen pecuario.<sup>5-7</sup> En México el consumo principal de la carne de ovino en grandes cantidades se presenta en forma de barbacoa (algunas estimaciones indican que constituye 80% del total de carne de ovino existente en el país), y no se cuenta con ningún otro canal de distribución viable para el aprovechamiento de esta carne, lo que sería una problemática a resolver, si se desea alcanzar la meta planteada para que este tipo de carne tenga un mayor consumo por parte de la población.<sup>5-8</sup>

Las principales perspectivas que se buscan con la producción de la carne ovina es un rubro que se tiene que tratar desde el punto de vista del consumo nacional, así como las posibilidades de exportación de carne ovina, este último aspecto representa una cuestión muy interesante al formar México parte de diversos mercados globalizados. Al respecto, se puede hacer mención de los factores que de una u otra manera pueden ayudar a tener éxito en la producción de carne ovina:

- a) Alcanzar una alta tasa reproductiva, con partos múltiples de las ovejas, esta tasa es medida por el número de corderos destetados por año frente a las ovejas apareadas.
- b) Una velocidad de crecimiento y peso al destete satisfactorios, medida por la ganancia diaria de peso hasta determinada edad o hasta que se envía a sacrificio, se asocia a los cambios que se producen en el tamaño y forma del cordero debido al crecimiento relativo de los órganos y tejidos presentes al nacer.
- c) Una eficiencia productiva, medida por una mayor cantidad de deposición de músculo en comparación con la deposición grasa en los ovinos.
- d) Una buena calidad de la canal reflejada en el peso, conformación, proporción de músculo, grasa y hueso presentes en los cortes parámetros que se consideran determinantes en la calidad de la carne.<sup>4,9,10</sup>

Estos cuatro factores están muy relacionados con la comercialización del ovino, los dos primeros factores los juzga directamente el productor, quien realiza las modificaciones pertinentes en la producción para ofre-

cer al consumidor el tercer factor: una buena calidad de la canal que se ve reflejada en calidad de la carne de consumo.<sup>3,7,9-11</sup>

En México la producción ovina no satisface las necesidades del mercado en cuanto a carne, esto último ha ocasionado que se importen animales vivos y carne de esta especie para satisfacer la demanda. La producción nacional de ovinos se ve afectada por la competencia de la carne importada (que representó 66.45% de las cabezas de ganado existentes para 1997) procedente principalmente de Estados Unidos de América, Australia y Nueva Zelanda (países que aportan 14.94% de la producción internacional), lo anterior debido a que la producción en México está sometida básicamente a pastoreo extensivo de los forrajes nativos producidos en el ámbito nacional.<sup>1,2,4,7,12,13</sup>

De las razas ovinas, la Pelibuey es la más difundida en las zonas borregueras cercanas a la ciudad de México, el problema que representa esta raza es subaja ganancia de peso y su consecuente largo periodo de crecimiento, debido básicamente a la deficiencia de alimentos que provoca que este ganado se críe bajo pastoreo extensivo. El implantar un sistema de producción ovina en estabulación busca disminuir la mortalidad (20%-25%), sobre todo después del destete debido a desnutrición asociada a parasitosis.<sup>8,10</sup>

La crusa de ovinos contribuye a la obtención de animales uniformes en cuanto a la producción y adaptación al ambiente donde se desarrollan, además de que transmiten sus características más deseables con mayor fuerza, así la crusa de razas de carne de mejor rendimiento al sacrificio y velocidad de crecimiento con razas de menor rendimiento puede conseguir descendencias con producciones de carne mayores en cuanto a peso y proporción de músculo y grasa. Este mejoramiento es conocido como vigor híbrido. Al realizar la crusa se busca que éstas sean más eficientes en la mejoría de sus tasas reproductivas y conversión alimenticia para que se obtengan canales y carne de calidad, que son las que se reclaman en el mercado actual.<sup>4,8,12</sup>

A la vez que se estudia el comportamiento de la calidad de la carne entre razas puras y sus cruzas, es necesario conocer cuáles son los requerimientos nutrimentales básicos para aprovechar las velocidades de crecimiento con el propósito de un mejor aprovechamiento de las canales obtenidas de los animales. Los alimentos suministrados frecuentemente a los ovinos son: heno, ensilado de maíz, maíz, cebada, avena, concentrados proteínicos y minerales.<sup>10,14-16</sup>

La calidad que evalúan los consumidores hoy día en la carne son características que pueden ser nutrimentales o sensoriales, gratas a su paladar y vista.<sup>4,10,17,18</sup>

El aspecto nutricional es uno más de los factores a considerar en la evaluación de la carne, el porcentaje de

proteína que la conforma se encuentra en niveles comparables entre especies y provee los aminoácidos esenciales que mantienen las reservas de proteínas en el organismo, es una excelente fuente de vitaminas del grupo B y minerales como el calcio, hierro, fósforo y zinc.<sup>4,19,20</sup>

Debido a que estos atributos de calidad se vuelven importantes cuando se busca satisfacer al consumidor, se hace necesaria la investigación con un enfoque a determinar el efecto del cruzamiento, el sexo y la dieta en la composición química de la carne. La raza Pelibuey no es muy difundida en el mundo, pero en México sí, y se encuentra principalmente en las zonas borregueras cercanas a la ciudad de México y en las regiones tropicales, en donde se han realizado estudios sobre la eficiencia reproductiva y de conversión alimentaria, sin profundizar en la calidad química de la carne que se obtiene de los animales, por lo que se busca mejorar esta raza genéticamente con un cruzamiento que permite su adaptación a cualquier ambiente, proporcionando principalmente carne de buena calidad. Por lo tanto, se decidió emplear ovinos Rambouillet y Suffolk (por la difusión que tienen ambos animales en el ámbito nacional y por sus características carníferas) para evaluar las características químicas de la carne que puede ofrecer en su cruce con Pelibuey.

## Material y métodos

El presente trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Ciencia de la Carne del Centro de Enseñanza Práctica, Investigación en Producción y Salud Animal (CEPIPSA), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, así como en el Laboratorio de Tecnología de Calidad de la Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán, ambas de la Universidad Nacional Autónoma de México.

### Obtención de las muestras de *Longissimus dorsi*

Para la realización de este trabajo se utilizaron 30 ovinos: 10 Pelibuey (P), 10 Pelibuey-Rambouillet (PR) y 10 Pelibuey-Suffolk (PS), que se distribuyeron aleatoriamente en grupos de 5 animales por corral para las dos diferentes dietas estudiadas. La dieta A consistía en heno de avena, ensilado de maíz, pasta de soya y sales minerales. La dieta B consistía en el mismo tipo de alimentos que la A incluyendo bagazo de cítrico en sustitución del ensilado de maíz.

Los animales empleados tuvieron un promedio de edad de  $275 \pm 37$  días, y un tiempo de finalización al que estuvieron sometidos a la dieta descrita de  $77 \pm 23$  días. Los animales en estudio se sacrificaron al alcanzar un peso promedio de  $35 \pm 1.5$  kg. Despues del sacrificio las canales permanecieron a una temperatura entre 3 y 5 °C durante 24 h. Al obtener la media canal

derecha, se realizó el corte del lomo entre la 10 y 11 vértebras torácicas y la 4 y 5 vértebras lumbares. Posteriormente el corte se limpió de hueso y grasa para obtener el *Longissimus dorsi*, de donde se realizaron los análisis químicos pertinentes. Se emplearon 10 cm del extremo lumbar hacia el centro.

### Preparación de la muestra

Se utilizó una porción de aproximadamente 100 g de *Longissimus dorsi*, esa porción fue molida de tal forma que fuera una muestra homogénea. La carne fue almacenada en recipientes herméticamente cerrados en congelación a -10 °C hasta su uso. Para cada análisis se emplearon 60 muestras.

### Análisis químicos

El porcentaje de proteína fue determinado por el método de Kjeldahl,<sup>21</sup> y la humedad mediante el método del horno seco.<sup>21</sup> La grasa se determinó a través del método Soxhlet (extracción con solvente).<sup>21</sup> El colágeno se determinó por el método colorimétrico (oxidación de la hidroxiprolina con cloramina-T, y se da lectura a la solución rojo-púrpura que se desarrolla con 4-dimetilaminobenzaldehído).<sup>21</sup> Finalmente las cenizas fueron determinadas mediante el método general.<sup>21</sup>

### Análisis estadísticos

Para el análisis de datos se usó un modelo de análisis factorial  $3 \times 2 \times 2$  donde se consideró el grupo racial (P, PR y PS), los dos niveles de alimentación (A y B) y el sexo. Para el caso de diferencias significativas se realizó una prueba de separación de medias empleando el método de Tukey. También se obtuvo la correlación correspondiente a las características que se evaluaron en la calidad de carne de ovino, a fin de establecer si existía o no una relación. Se empleó el programa estadístico SAS para la obtención de resultados estadísticos.<sup>22</sup>

### Resultados

Los resultados promedio obtenidos para los componentes químicos de la carne comparando la raza Pelibuey (P) con sus dos cruzas Pelibuey-Rambouillet (PR) y Pelibuey-Suffolk (PS) se presentan a continuación. Los efectos de dieta, interacción grupo racial  $\times$  dieta e interacción grupo racial  $\times$  dieta  $\times$  sexo no presentaron significancia ( $P > 0.05$ ).

### Efecto de grupo racial

Al hacer la comparación entre la raza P y sus cruzas (PR y PS), se encontró que existen diferencias signifi-

**Cuadro 1**

MEDIA ( $\pm$  DESVIACIÓN ESTÁNDAR) DE LOS COMPONENTES QUÍMICOS (%) DE LA CARNE DE LOS GRUPOS RACIALES PELIBUEY (P), PELIBUEY-RAMBOUILLET (PR) Y PELIBUEY-SUFFOLK (PS)

Componente químico	Promedio	Grupo racial P (n = 20)	Grupo racial PR (n = 20)	Grupo racial PS (n = 20)
Humedad	74.35 $\pm$ 0.92	73.93 $\pm$ 0.72 <sup>a</sup>	74.37 $\pm$ 1.04 <sup>ab</sup>	74.75 $\pm$ 0.83 <sup>b</sup>
Proteína	20.86 $\pm$ 0.44	20.81 $\pm$ 0.49 <sup>a</sup>	21.06 $\pm$ 0.36 <sup>a</sup>	20.72 $\pm$ 0.41 <sup>a</sup>
Grasa	4.17 $\pm$ 0.88	4.46 $\pm$ 1.04 <sup>b</sup>	4.03 $\pm$ 0.87 <sup>a</sup>	4.02 $\pm$ 0.69 <sup>a</sup>
Colágeno	0.029 $\pm$ 0.01	0.039 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	0.028 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	0.021 $\pm$ 0.007 <sup>a</sup>
Cenizas	0.58 $\pm$ 0.49	0.75 $\pm$ 0.53 <sup>a</sup>	0.51 $\pm$ 0.51 <sup>a</sup>	0.48 $\pm$ 0.39 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup>: Literales diferentes en un mismo renglón indican las diferencias significativas de las medias ( $P < 0.05$ ).

n: Número de muestras empleadas para cada componente químico por grupo racial.

cativas ( $P < 0.05$ ) para los porcentajes de humedad, grasa y colágeno. Las medias y la desviación estándar para cada grupo racial se muestran en el Cuadro 1.

La raza P presentó un menor contenido de humedad en su carne en comparación con la carne de PS; la humedad de la carne de PR no presentó diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) con P y PS. La carne de las cruzas PR y PS presentó el mismo contenido de grasa, siendo éste menor que el contenido de grasa de la raza P. El contenido de colágeno de la carne presentó una diferencia más marcada entre los animales; ambas cruzas registraron un valor menor sin presentar diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre ellas, al compararse con el contenido de colágeno de la carne de P. El contenido de proteína y cenizas de la carne no presentó diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre la raza P y sus cruzas (PR y PS).

**Cuadro 2**  
MEDIAS ( $\pm$  DESVIACIÓN ESTÁNDAR) DE LOS COMPONENTES QUÍMICOS (%) DE LA CARNE DE LOS GRUPOS RACIALES PELIBUEY (P), PELIBUEY-RAMBOUILLET (PR) Y PELIBUEY-SUFFOLK (PS) POR SEXO

Componente químico	Hembras (n = 26)	Machos (n = 34)
Humedad	74.05 $\pm$ 1.04 <sup>a</sup>	74.58 $\pm$ 0.76 <sup>b</sup>
Proteína	20.94 $\pm$ 0.44 <sup>a</sup>	20.80 $\pm$ 0.44 <sup>a</sup>
Grasa	4.65 $\pm$ 1.16 <sup>b</sup>	3.81 $\pm$ 0.26 <sup>a</sup>
Colágeno	0.023 $\pm$ 0.007 <sup>a</sup>	0.034 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>
Cenizas	0.34 $\pm$ 0.35 <sup>a</sup>	0.76 $\pm$ 0.50 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup>: Literales diferentes en un mismo renglón indican las diferencias significativas de las medias ( $P < 0.05$ ).

n: Número de muestras empleadas para cada componente químico por sexo.

### Efecto de sexo

Las medias y la desviación estándar para cada sexo se muestran en el Cuadro 2. Al comparar entre machos y hembras, se encontró que existen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) para humedad, grasa, colágeno y cenizas. La humedad de la carne que presentaron las hembras fue menor en comparación a la que presentaron los machos.

El contenido de grasa presentó una diferencia marcada, ya que las hembras presentaron 0.8% más de grasa en su carne que los machos. El colágeno de la carne que presentaron los machos es mayor en comparación al de las hembras. Las cenizas de la carne presentes en los machos fueron mayores que en las hembras.

**Cuadro 3**  
MEDIA ( $\pm$  DESVIACIÓN ESTÁNDAR) DEL PORCENTAJE DE GRASA Y CENIZAS DE LA CARNE DE LOS GRUPOS RACIALES PELIBUEY (P), PELIBUEY-RAMBOUILLET (PR) Y PELIBUEY-SUFFOLK (PS) QUE PRESENTARON INTERACCIÓN GRUPO RACIAL  $\times$  SEXO

Grupo racial $\times$ Sexo	Interacción	
	Grasa(%)	Cenizas(%)
P H	5.92 $\pm$ 0.48 <sup>c</sup> (n = 6)	0.17 $\pm$ 0.19 <sup>a</sup> (n = 6)
P M	3.84 $\pm$ 0.29 <sup>a</sup> (n = 14)	1.01 $\pm$ 0.42 <sup>b</sup> (n = 14)
PR H	4.20 $\pm$ 1.10 <sup>ab</sup> (n = 12)	0.32 $\pm$ 0.40 <sup>a</sup> (n = 12)
PR M	3.79 $\pm$ 0.19 <sup>a</sup> (n = 8)	0.80 $\pm$ 0.55 <sup>ab</sup> (n = 8)
PS H	4.39 $\pm$ 0.95 <sup>b</sup> (n = 8)	0.66 $\pm$ 0.44 <sup>ab</sup> (n = 8)
PS M	3.80 $\pm$ 0.29 <sup>a</sup> (n = 12)	0.47 $\pm$ 0.44 <sup>a</sup> (n = 12)

<sup>a,b</sup>: Literales diferentes en una misma columna indican las diferencias significativas de las medias ( $P < 0.05$ ).

M: Macho, H: Hembra

n: Número de muestras empleadas por grupo comparativo.

El contenido de proteína no presentó diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre machos y hembras.

### Efecto de interacción grupo racial x sexo

Al hacer la comparación entre grupo racial y sexo se detectó un efecto de interacción ( $P < 0.05$ ) únicamente para el contenido de grasa y cenizas; es decir, el contenido de grasa y cenizas varió tanto por el grupo racial de acuerdo al sexo. Las medias y la desviación estándar para esta interacción se muestran en el Cuadro 3.

De los resultados de la interacción para grasa se observó que la carne de machos de los tres grupos raciales (P, PR y PS) no presentaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). Las hembras de PS presentaron menor contenido de grasa en su carne en comparación con las hembras de P; la grasa de la carne de hembras PR no presentó diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) con las hembras PS y los machos de los tres grupos raciales.

Las diferencias en el contenido de cenizas en la carne se presentaron entre machos P y hembras P y PR y machos PS. La carne de machos PR y hembras PS no presentaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) con los demás grupos de interacción.

### Efecto de interacción dieta x sexo

Al comparar los datos de los componentes químicos entre dieta y sexo se detectó un efecto de interacción ( $P < 0.05$ ) para el contenido de proteína; es decir, el porcentaje de proteína dependió de la dieta a la que se sometieron los animales, así como al sexo de éstos. Las medias y la desviación estándar para esta interacción se muestran en el Cuadro 4.

**Cuadro 4**  
MEDIA ( $\pm$  DESVIACIÓN ESTÁNDAR) DEL PORCENTAJE DE PROTEÍNA DE LA CARNE DE LOS GRUPOS RACIALES PELIBUEY (P), PELIBUEY-RAMBOUILLET (PR) Y PELIBUEY-SUFFOLK (PS) QUE PRESENTARON INTERACCIÓN DIETA  $\times$  SEXO

Interacción	Dieta $\times$ Sexo	Proteína (%)
A	H	21.19 $\pm$ 0.40 <sup>b</sup> (n = 14)
A	M	20.65 $\pm$ 0.32 <sup>a</sup> (n = 16)
B	H	20.79 $\pm$ 0.45 <sup>a</sup> (n = 12)
B	M	20.94 $\pm$ 0.49 <sup>ab</sup> (n = 18)

<sup>a,b</sup>: Literales diferentes indican las diferencias significativas de las medias ( $P < 0.05$ ).

A: Heno de avena, pasta de soya, sales minerales y ensilado de maíz.  
B: Heno de avena, pasta de soya, sales minerales y bagazo de cítrico.

M: Macho, H: Hembra

n: Número de muestras empleadas por grupo comparativo.

De los resultados de la interacción para proteína se observó que la carne de machos de la dieta A y de hembras de la dieta B tuvo menos proteína que la carne de las hembras de la dieta A. El contenido de proteína de machos de la dieta B no presentó diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) con las hembras de la dieta A, machos de la dieta A y hembras de la dieta B.

### Correlación entre componentes químicos

Los valores de correlación para los componentes químicos se muestran en el Cuadro 5. Las correlaciones no significativas ( $P > 0.05$ ) fueron humedad *versus* colágeno y cenizas *versus* colágeno. Se presentaron correlaciones significativas ( $P < 0.05$ ) para: a) Humedad *versus* proteína, grasa y cenizas; b) proteína *versus* humedad, grasa, colágeno y cenizas; c) grasa *versus* humedad, proteína, colágeno y cenizas; d) colágeno *versus* proteína, grasa y cenizas; e) cenizas *versus* humedad, proteína, grasa y colágeno.

### Discusión

Las características de calidad de la carne de ovino Pelibuey no han sido suficientemente estudiadas en México. En la literatura consultada para este trabajo no se han encontrado estudios similares a los que aquí se han desarrollado. La Pelibuey es la más difundida en las zonas borregueras de la región centro de México junto con la Suffolk y la Rambouillet se utilizan como animales de doble propósito para la obtención de lana o piel y carne.<sup>1,13</sup>

En los grupos raciales estudiados se encontraron diferencias significativas en el contenido de humedad, grasa y colágeno; de estos componentes químicos, la grasa y el colágeno, fueron los que presentaron una diferencia marcada entre la raza P y sus cruzas (Cuadro 1). Esto último contrasta con observaciones hechas por otros investigadores, quienes también detectaron diferencias significativas en la composición química de carne de ovinos.

**Cuadro 5**  
VALORES DE CORRELACIÓN PARA LOS ANÁLISIS QUÍMICOS

Componente químico	Proteína	Grasa	Colágeno	Cenizas
Humedad	-0.1882*	-0.4414*	0.0473	-0.2067*
Proteína	1.000	-0.6781*	-0.2781*	0.5989*
Grasa		1.000	0.1526*	-0.7101*
Colágeno			1.000	-0.1115

\*: Significancia ( $P < 0.05$ ).

En un estudio realizado por Lin *et al.*<sup>23</sup> en ovinos Romney y su crusa con Border (RB) y Border × Dorset (RBD), se encontraron diferencias significativas en el contenido de humedad, grasa y cenizas, en animales criados en Estados Unidos de América y Nueva Zelanda.<sup>23</sup> Los valores promedio de la composición química de los ovinos estudiados por Lin *et al.*<sup>23</sup> fueron: humedad, 72.37%; proteína, 21.15%; grasa, 5.53%; y cenizas, 1.09%.

De estos valores se puede observar que los ovinos promedio de esta investigación presentan hasta 2.66% más de humedad en su carne que los del estudio mencionado de Estados Unidos de América y Nueva Zelanda. Tomando en cuenta que la cantidad de humedad en la carne de ovinos RB y RBD (72.37)<sup>23</sup> es menor a la de P, PR y PS (74.35), los demás componentes químicos tienden a aumentar su porcentaje. Por lo tanto, el porcentaje de proteína en la carne de RB y RBD (21.15)<sup>23</sup> es mayor que en la carne de P, PR y PS (20.86).

Se puede observar en el estudio referido que la carne de RB y RBD fue hasta 1.36% más grasa que el promedio de la carne de P, PR y PS (4.17%). Aquí es importante considerar que la grasa presente en la carne permite que se distingan algunas características sensoriales deseables, como la jugosidad, ternura, aroma y digestibilidad, además de que es un componente que presenta cambios importantes durante el procesamiento de la carne.<sup>24,25</sup> Quizás el engrasamiento sea la razón principal por la cual tiene buena aceptación la carne de ovino importada a México de Estados Unidos de América y Nueva Zelanda.

Hawkins *et al.*<sup>26</sup> encontraron diferencias significativas en la carne proveniente de cruzas de ovinos Hampshire × Suffolk × Rambouillet (HSR) y Hampshire × Finesa × Southdown (HFS), en características como la humedad, proteína y grasa al evaluar la composición química de las carnes.

En carne de cabritos, el contenido de humedad, proteína y grasa no presenta diferencias significativas entre una raza pura y sus cruzas según los resultados obtenidos por Johnson *et al.*<sup>27</sup> La composición química promedio de los cabritos fue: humedad, 74.9%; proteína, 21.7%; y grasa, 2.5%.<sup>27</sup> De esta composición se observa que no existe gran diferencia entre la composición química de la carne de ovino y cabrito, aunque esta última es más rica en proteína y contiene menos grasa, características deseables o indeseables según el destino de la carne.

En bovinos se han encontrado diferencias significativas en humedad de diferentes grupos raciales, además de que también las diferencias se registran en diferentes músculos de un mismo animal.<sup>28</sup>

En cuanto al porcentaje de colágeno el cruzamiento permitió que las cruzas presentaran menor contenido de colágeno. En bovinos el contenido de colágeno

presenta diferencias significativas entre músculos.<sup>29</sup> De acuerdo con diversos autores, el colágeno presente en el *Longissimus dorsi* de bovinos se encuentra entre 1.14 y 5.50 mg por 100 g de muestra.<sup>28,30,31</sup> El colágeno de los ovinos P, PR y PS se encuentra en promedio en 2.9 mg por 100 g de muestra; es decir, el contenido de colágeno presente en los ovinos fue similar al que se puede encontrar en bovinos, o bien que el colágeno presente en la carne de los rumiantes es similar.

Hay que recordar que una de las características que afecta la aceptabilidad de la carne es su contenido de grasa y que incluso los ácidos grasos del músculo son muy similares entre especies, aunque sus porcentajes son diferentes. A partir de esos porcentajes se determina el origen de la grasa, la cual puede tener una influencia directa en las características sensoriales de la carne.<sup>25,32,33</sup>

Cook *et al.*<sup>34</sup> notificaron un valor de 3.8% de grasa en el *Longissimus dorsi* de bovinos, menor en 0.37% al encontrado en el presente trabajo para los grupos raciales (4.17% de grasa, en promedio).

Un estudio recapitulativo realizado en *Longissimus dorsi* indicó valores porcentuales para grasa de diferentes especies: pollo, 2.5%; pavo, 3.5%; res, 2.6%; cerdo, 4.6%; y ovino, 5.7%. Con respecto a estos valores, el contenido de grasa presente en ovinos es mayor al encontrado en cualquier otra especie animal.<sup>35</sup> Al mismo tiempo, Allen *et al.* en su estudio, observaron que al incrementarse la cantidad de grasa, el porcentaje de fosfolípidos disminuye, consideración importante que está asociada con el sabor, estabilidad del color, textura, jugosidad, estabilidad de la proteína, vida de anaquel, características de emulsificación y contenido calórico de una porción de carne.<sup>35</sup>

Con respecto a la dieta a la que se sometieron los animales, en el presente trabajo no se detectó ninguna diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre los componentes químicos de la carne; es decir, la composición química de la carne de los animales alimentados con una dieta que contiene heno de avena, pasta de soya, sales minerales y ensilado de maíz no difiere de la composición de la carne de animales con la misma dieta haciendo la sustitución de ensilado de maíz por bagazo de cítricos. Ante tal consideración, la dieta de los ovinos puede adecuarse al uso de ensilado de maíz o bagazo de cítricos de acuerdo con el precio y disponibilidad de estos alimentos en la zona de producción.

La alimentación ovina está basada en el consumo de forrajes, ya sea en henos o ensilados, que constituyen la mayor parte de los nutrientes en la dieta, y principalmente proporcionan el aporte energético.<sup>36,37</sup> Sin embargo, se ha notificado que adicionando complementos de sulfato ferroso a la dieta, se presentan diferencias en el contenido de humedad de la carne proveniente de ovinos.<sup>38</sup>

Un estudio realizado en ovinos Pelibuey mostró que existe un incremento en el peso final y en la ganancia diaria de peso al aumentar la energía metabolizable de la dieta.<sup>39</sup> También se ha observado que la alimentación de ovinos basada en sorgo y soya proporciona el peso adecuado para su comercialización.<sup>40</sup> Sin embargo, la sustitución de esta fuente proteínica por esquilmos industriales permite el abaratamiento de la producción, disminuyendo el costo del alimento y abasteciendo la demanda de la carne.<sup>40,41</sup>

En el estudio realizado por Cervantes *et al.* en bovinos alimentados con subproductos de la piña con y sin urea no se presentaron diferencias en las ganancias de peso que tenían los animales.<sup>42</sup> Por otro lado, Rodríguez *et al.*<sup>43</sup> encontraron que el uso de 40% de bagazo de caña en la dieta es comparable en el comportamiento de la ganancia de peso en bovinos con 40% de ensilado de sorgo.

Este tipo de sustituciones en la dieta confirma que la habilidad de los rumiantes para adquirir de alimentos simples, como los esquilmos industriales de las industrias frutícolas, su energía de mantenimiento, permite el abaratamiento de costos por sustitución de ingredientes de la dieta en la alimentación ovina, presentándose beneficios tanto para los productores como para los comercializadores, al mismo tiempo que no presenta efecto alguno en la calidad química de la carne.

Además, es importante mencionar que un aumento en el peso corporal del animal no significa mejor calidad de su carne, porque aunque pueden existir diferencias de peso en los cortes obtenidos de una canal ovina, el porcentaje de rendimiento de cada corte en razas ovinas puras y cruzas es el mismo, según estudios realizados para evaluación de canales ovinas.<sup>44</sup>

Por otro lado, las diferencias en la composición química de la carne según el sexo de los animales estudiados se presentaron en el Cuadro 2, identificándose como excepción que el contenido de proteína era igual tanto para machos como para hembras. En componentes tales como la humedad, colágeno y cenizas los machos presentaron porcentajes más elevados que las hembras. Por el contrario, las hembras presentaron un mayor contenido de grasa que los machos.

Hawkins *et al.*<sup>26</sup> encontraron diferencias significativas para hembras y machos castrados en cuanto al contenido de humedad, proteína y grasa de la carne en canal de ovinos provenientes de HSR y HFS.<sup>26</sup> Las canales de hembras de las cruzas de ovinos estudiadas también por Hawkins *et al.*<sup>26</sup> presentaron mayor contenido de grasa que los machos castrados, mientras que las canales de machos castrados presentaron mayor porcentaje de humedad y proteína que las de las hembras.

Además, en la presente investigación se identificaron efectos de interacción grupo racial  $\times$  sexo y sexo  $\times$

dieta. Las diferencias que se presentaron en grasa y cenizas de la carne (Cuadro 3) se debieron tanto a la raza o cruce como al sexo. La proteína fue el único componente que varió entre dietas según el sexo de los animales. De acuerdo con los resultados obtenidos, el sexo es un factor determinante que hace la diferenciación entre una dieta o incluso entre grupos raciales.

Esto se puede atribuir a que el crecimiento y desarrollo de hembras y machos no es igual, ya que existen diferencias como resultado del efecto de las hormonas sexuales que influyen en la velocidad de crecimiento y la forma de deposición de los componentes tisulares del animal (músculo, grasa y hueso).<sup>7</sup>

En términos generales, las hembras crecen a menor velocidad que los machos, por lo que sus canales engrasan primero. Además, con la castración se ha observado que se reduce el crecimiento muscular, lo que conduce a un desarrollo temprano de la grasa haciendo menos eficiente la conversión alimenticia.<sup>4,7</sup> Al respecto, cabe aclarar que los animales del estudio no fueron castrados por lo que el desarrollo muscular de los machos presentó un comportamiento normal.

Respecto de la presente investigación, es importante destacar que a pesar de que las hembras tuvieron más grasa en su carne que los machos, la carne de la raza P presentó mayor cantidad de grasa que la carne de PR y PS, por lo que la comercialización de la carne de raza P se vería favorecida por las características sensoriales que le puede conferir el contenido de grasa. Pero aun dentro de la raza P, las hembras son las que proporcionan carne más grasa que los machos; esto último constituye un aspecto toral en la conservación y aceptación de la carne, ya que se puede sufrir de un enranciamiento de la grasa o un pronunciado olor a ovino en el caso de que se manden a sacrificio hembras en edad muy avanzada.

La significancia de la proteína en la carne para una interacción sexo  $\times$  dieta se basa en la misma explicación relacionada con el crecimiento de los animales. De esto se sabe que si existe una precocidad acentuada con un elevado nivel nutrimental se propicia un crecimiento rápido con un buen desarrollo muscular. A la inversa, un bajo nivel nutrimental en las etapas de desarrollo hace que los animales estanquen su desarrollo muscular y se propicie la acumulación de tejido adiposo.<sup>4,7,9,10</sup>

Considerando lo anterior y debido a que la experimentación se realizó con animales que estuvieron sometidos a diferentes tiempos de finalización, la diferencia más notoria de la dieta según el sexo se presentó en el desarrollo muscular de los animales. Lógicamente, las hembras que tienen un menor crecimiento presentarían una menor acumulación de músculo y, en consecuencia, de proteína en su carne, encontrándose entonces mayores contenidos de grasa que es el com-

ponente que hace la diferenciación real entre la carne de la raza P y las cruzas.

En el análisis químico de la carne de los grupos raciales se observó que la grasa y el colágeno fueron los componentes químicos que diferenciaron la carne de P de sus cruzas (PR y PS) como se mencionó anteriormente. Pues bien, la grasa se correlacionó inversamente con la humedad, proteína y cenizas de la carne, mientras que el colágeno presentó una relación de correlación positiva; es decir, que cuando se tienen animales con porcentajes altos de grasa, su carne presentará menor proteína, cenizas y será más reseca, además de que presentará un mayor contenido de colágeno, observándose este comportamiento según el desarrollo del grupo racial, su alimentación y sexo.<sup>4,7,9,10</sup>

Por su parte, el colágeno únicamente se correlacionó con proteína y grasa. Al respecto, hay que considerar que el colágeno es una proteína estromal, por lo que existe una relación entre colágeno y proteína, ya que al momento que se determinó el contenido de proteína se evaluó el contenido total de nitrógeno presente en la muestra de carne, mientras que el colágeno se determinó por lectura del contenido de hidroxiprolina.<sup>21,33</sup> La relación colágeno y proteína se debe a que en la molécula de colágeno la glicina conforma cada tercer residuo en la sección de la triple hélice de cada cadena. Los dos residuos diferentes a la glicina en la molécula de colágeno son prolina y 4-hidroxiprolina.<sup>45</sup>

Hay que considerar que la correlación negativa entre proteína y colágeno tiene que ver con su aplicación práctica en la elaboración de productos cárnicos. Esto se debe a que, a diferencia de la proteína miofibrilar, la cual forma un gel sólido cuando se cocina a 72 °C, el colágeno se hidroliza y se hace más soluble en agua y durante el enfriamiento forma una gelatinización en frío dándole a los productos picados una mejor apariencia siempre y cuando se sirvan fríos.<sup>20,46,47</sup>

La correlación positiva entre colágeno y grasa se debe a la misma composición del colágeno. El colágeno maduro es una glucoproteína que contiene azúcares debido a esto el colágeno en el músculo tiene una funcionalidad parecida a una membrana, en la que se presenta una parte fuertemente hidrofóbica en su estructura (debido a los carbonos del azúcar) y una parte hidrofílica muy reducida por la estructura de hélice (debido a los enlaces peptídicos).<sup>45</sup> Por lo tanto, la afinidad entre colágeno y la grasa que se puede depositar a su alrededor está correlacionada directamente, aunque hay que considerar que la correlación únicamente justifica 15% de esta relación y que otros factores propios del grupo racial en estudio pueden modificar la correlación, que hasta el momento no se ha encontrado descrita en otras investigaciones.

## Agradecimientos

Se agradece a Carolina Moreno su valiosa orientación en el trabajo de laboratorio, y a Lucía Trujillo y Claudia García su asistencia técnica en el desarrollo del trabajo experimental. También se agradece el financiamiento otorgado al Dr. Leopoldo H. Paasch Martínez a través del proyecto PAPIIT número IN504396.

## Referencias

1. De Lucas TJ, Arbiza ASI. Producción ovina en el mundo y México. Cuadernos de divulgación en producción ovina. Cuautitlán, Edo. de México: Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, 1997.
2. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. El sector alimentario en México. México (DF): INEGI, 1997.
3. Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Medicina Veterinaria. Situación actual de los ovinos. Memorias del Curso de Actualización de Ovinos; 1994 marzo 22-25; Toluca (Edo. de México). Toluca (Edo. de México): Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, 1994:1-14.
4. Cole HH. Producción animal. 2<sup>a</sup> ed. Zaragoza, España: Acribia, 1973.
5. Balconi IR. Situación histórica, actual y tendencias de la avicultura mundial. Tecnol Avipec Latinoa 1998;4:20-40.
6. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Anuario. Roma, Italia: FAO, 1996.
7. Arbiza ASI, De Lucas TJ. Producción de carne ovina. México (DF): Editores Mexicanos Unidos, S.A., 1996.
8. Ojeda CA. Engorda de ovinos (borregos) Tabasco en estabulación en trópico. Vet Méx 1992;23:5-10.
9. Haresign W. Producción ovina. México (DF): AGT Editor, S.A., 1989.
10. Ensminger ME, Parker RO. Sheep & goat science. 5<sup>a</sup> ed. Chicago (IL): The Interstate Printers & Publishers, Inc., 1986.
11. Rivas PF. Integración de la ovinocultura a otras actividades económicas. Memorias del Curso de Actualización de Ovinos; 1994 marzo 22-25; Toluca (Edo. de México). Toluca (Edo. de México): Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, 1994:16-23.
12. Confederación Nacional Ganadera. Información económica pecuaria. México (DF): Dirección de Estudios Económicos y Comerciales, Confederación Nacional Ganadera, 1995.
13. Calderwood M. México país ganadero. México (DF): Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, 1994.
14. Fraser A, Stamp TJ. Ganado ovino-producción y enfermedades. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa, 1989.
15. Martínez RL, Amaro GR. Fundamentos de la utilización de los granos de cereales en la alimentación de los ovinos. Memorias del Curso de Actualización de Ovinos;

- 1994 marzo 22-25; Toluca (Edo. de México). Toluca (Edo. de México): Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, 1994:199-209.
16. Ortega RL. Comportamiento alimenticio de ovinos en pastoreo. Memorias del Curso de Actualización de Ovinos; 1994 marzo 22-25; Toluca (Edo. de México). Toluca (Edo. de México): Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Facultad de Estudios Superiores - Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, 1994:189-197.
  17. Surak J. Un solo sistema no es suficiente para alcanzar la calidad total. Carnetec 1996;5:24-27.
  18. Martín I. El color de la carne y la vitamina E. Carnetec 1998;1:20-23.
  19. Lawrie RA. Ciencia de la carne. Zaragoza, España: Acribia, 1977.
  20. Fennema OR. Introducción a la ciencia de los alimentos. Barcelona, España: Reverté, 1985.
  21. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. Washington (DC): AOAC, 1990.
  22. SAS Institute: SAS/STAT guide for personal computers. Versión 6.08 ed. Cary (NC): SAS Institute Inc., 1995.
  23. Lin KC, Cross HR, Johnson HK, Breidenstein BC, Ono K. Nutrient composition of U.S. and New Zealand lamb. J Food Comp Anal 1998;1:166-177.
  24. Flores J, Toldrá F. Problemática del desarrollo y comercialización de productos cárnicos con reducido contenido de grasa y de sodio. Aice 1991;35:5-7.
  25. Flores J, Nieto P. Composición y características de los lípidos de los tejidos adiposos y muscular del cerdo. Rev Agroquím Tecnol Alimentos 1985;25:305-315.
  26. Hawkins RR, Kemp JD, Ely DG, Fox JD, Moody WG et al. Carcass and meat characteristics of crossbred lambs born to ewes of different genetic types and slaughtered at different weights. Livestock Prod Sci 1985;12:241-250.
  27. Johnson DD, McGowan CH, Nurse G, Anous MR. Breed type and sex effects on carcass traits, composition and tenderness of young goats. Small Ruminant Res 1995;38:57-63.
  28. Cross HR, Carpenter ZL, Smith GC. Effects of intramuscular collagen and elastin on bovine muscle tenderness. J Food Sci 1973;38:998-1003.
  29. Harris JJ, Miller RK, Savell JW, Cross HR, Ringer LJ. Evaluation of the tenderness of beef top sirloin steaks. J Food Sci 1992;57:6-9.
  30. Wu JJ, Dutson TR, Carpenter ZL. Effect of post-mortem time and temperature on bovine intramuscular collagen. Meat Sci 1982;7:161-168.
  31. Ritchey SJ, Cover S, Hostetler RL. Collagen content and its relation to tenderness of connective tissue in two beef muscles. Food Technol 1963;17:76-79.
  32. Cobos A, De la Hoz L, Cambero MI, Ordóñez JA. Revisión: influencia de la dieta animal en los ácidos grasos de lípidos de la carne. Rev Española Cienc Tecnol Alim 1994;34:35-51.
  33. Kirk RS, Sawyer R, Egan H. Composición y análisis de alimentos de Pearson. 2<sup>a</sup> ed. México (DF): Editorial Continental, S.A. de C.V., 1996.
  34. Cook CF, Bray RW, Weckel KG. Variation in the quantity and distribution of lipid in the bovine *Longissimus dorsi*. J Anim Sci 1969;23:329-331.
  35. Allen CE, Foegeding EA. Some lipid characteristics and interaction in muscle foods-a review. Food Technol 1981;5:253-257.
  36. Orcasberro R. Apuntes sobre nutrición en ovinos. Chicoloapan, Edo. de México: Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, 1983.
  37. Fernández RS, Orcasberro R. Importancia del valor nutritivo de los forrajes en la nutrición ovina. Memorias del Curso de Nutrición Ovina; 1981 junio 15-19; Cuautitlán (Edo. de México). Cuautitlán (Edo. de México): Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, 1981:5-38.
  38. Rao VK, Sengar SS, Jain VK, Agarawala ON. Carcass characteristics and meat quality attributes of ram maintained on processed deoiled mahua (*Brassica latifolia*) seed cake. Small Ruminant Res 1998;27:151-157.
  39. Gómez AR, Hernández GJ, Castellanos RA. Evaluación del crecimiento del borrego Pelibuey alimentado con niveles crecientes de energía en la dieta. Téc Pecu Méx 1982;42:65-69.
  40. Morales ZIE, Rodríguez PC, Solís SA, Blanco DR, Villa CJ. Efecto de la sustitución parcial de pasta de soya como fuente proteica por harina de pluma hidrolizada en la ganancia de peso en borregos de pelo destetados precozmente. Memorias del XXI Congreso Nacional de Buiatría; 1997 julio 9-12; Colima (Col), México. México (DF): Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, 1997;463-466.
  41. Shimada AS. Aprovechamiento de subproductos agrícolas y desperdicios industriales para la alimentación de los rumiantes en México. Memorias del X Congreso Mundial de Buiatría; 1978 agosto 16-19; México (DF). México (DF): Asociación Mundial de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, 1978;811.
  42. Cervantes A, Rodríguez F, Monroy V, Arroyo D, Shimada AS. Empleo de los subproductos de la piña en la alimentación de bovinos. Memorias del X Congreso Mundial de Buiatría; 1978 agosto 16-19; México (DF). México (DF): Asociación Mundial de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, 1978;834.
  43. Rodríguez F, Barradas H, Castellanos S, Lagune J, Merino H, et al. Empleo de bagacillo de caña como alimento para bovinos. Memorias del X Congreso Mundial de Buiatría; 1978 agosto 16-19; México (DF). México (DF): Asociación Mundial de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, 1978;835.
  44. López-Palacios MG, Rubio LMS, Méndez MRD. Evaluación y despiece de ovejas de desvío de diferentes razas según la clasificación de EE.UU. Memorias del XI Congreso Nacional de Buiatría; 1997 julio 9-12; Colima (Col), México. México (DF): Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, 1997;557.
  45. Martin WD, Mayes PA, Rodwell VW, Granner DK. Bioquímica de Harper. 20<sup>a</sup> ed. México (DF): El Manual Moderno, S.A. de C.V., 1986.
  46. Kenney B. Parte I: consideraciones para la fabricación de embutidos finamente picados. Carnetec 1997;2:24-26.
  47. Kenney B. Parte II: consideraciones para la fabricación de embutidos finamente picados. Carnetec 1997;4:22-24.