

142
86

C16E925

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EVALUACION DE LA CALIDAD DE CARNE DE OVINOS PELIBUEY, PELIBUEY-RAMBOUILLET Y PELIBUEY-SUFFOLK

T E S I S
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRA EN PRODUCCION ANIMAL:
CIENCIA Y TECNOLOGIA DE LA CARNE
PRESENTADA POR:
MARIA GUADALUPE LOPEZ PALACIOS

DIRECTORAS DE TESIS: DRA. M^A. SALUD RUBIO LOZANO
DRA. SARA E. VALDES MARTINEZ

MEXICO, D. F.

1999





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	Página
INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	
1. Situación actual de la ovinocultura en México	5
2. Factores que influyen en la calidad de la carne	8
2.1 Factores asociados con la producción de carne	8
2.1.1 Sexo	9
2.1.2 Raza	11
2.1.3 Edad	12
2.1.4 Nutrición	12
2.2 Factores asociados con la composición química de la carne	13
2.3 Factores asociados a las características tecnológicas de la carne	15
2.4 Factores asociados a las características sensoriales de la carne	16
2.4.1 Características sensoriales	17
2.4.1.1 Color	17
2.4.1.2 Textura	19
2.4.1.3 Olor	20
2.4.1.4 Aroma	20
2.4.1.5 Gusto y sabor	20
2.4.2 Componentes de la evaluación sensorial	21
2.4.2.1 Jueces	21
2.4.2.2 Area de prueba	21
2.4.2.3 Muestras	22
2.4.3 Pruebas de evaluación sensorial	22
3. Características de las razas de ovinos Pelibuey, Rambouillet y Suffolk	23
3.1 Rambouillet	24
3.2 Suffolk	25
3.3 Pelibuey	26
OBJETIVOS	28
HIPOTESIS	28
METODOLOGIA	29
4.1 Obtención de las muestras de <i>Longissimus dorsi</i>	29
4.2 Análisis químico	32
4.3 Medida objetiva de ternera	33
4.4 Evaluación sensorial	33
4.5 Medición instrumental de color	34
4.6 Características tecnológicas	35
4.7 Análisis estadísticos	35

RESULTADOS

5.1 Análisis químicos	36
5.1.1 Efecto de grupo racial	36
5.1.2 Efecto de sexo	37
5.1.3 Efecto de interacción grupo racial x sexo	37
5.1.4 Efecto de interacción dieta x sexo	38
5.2 Temeza	39
5.2.1 Efecto de grupo racial	40
5.2.2 Efecto de sexo	40
5.2.3 Efecto de interacción grupo racial x sexo	41
5.2.4 Efecto de interacción grupo racial x dieta x sexo	42
5.3 Evaluación sensorial	42
5.3.1 Efecto de grupo racial	42
5.3.2 Efecto de interacción grupo racial x dieta	44
5.3.3 Efecto de interacción grupo racial x sexo	45
5.3.4 Efecto de interacción grupo racial x dieta x sexo	47
5.4 Evaluación Instrumental de color	47
5.4.1 Efecto de dieta	49
5.5 Características tecnológicas	49
5.5.1 Efecto de grupo racial	50
5.5.2 Efecto de sexo	50
5.5.3 Efecto de interacción grupo racial x sexo	50
5.6 Correlaciones	52
5.6.1 Análisis químicos	52
5.6.2 Evaluación sensorial	52
5.6.3 Color	56
5.6.4 Características tecnológicas	56
5.6.5 Análisis químicos y temeza	56
5.6.6 Análisis químicos y evaluación sensorial	57
5.6.7 Análisis químicos y color	58
5.6.8 Análisis químicos y características tecnológicas	58
5.6.9 Temeza, color y características tecnológicas	58
5.6.10 Evaluación sensorial, temeza, color y características tecnológicas	59
5.6.11 Color y características tecnológicas	60

DISCUSION

6.1 Análisis Químicos	62
6.2 Temeza	66
6.3 Evaluación sensorial	68
6.4 Color	70
6.5 Características tecnológicas	71
6.6 Correlaciones	72

CONCLUSIONES

LITERATURA CITADA

ANEXOS

LISTA DE CUADROS

	Página
1. Producción en toneladas de carne en canal de ovinos en México por regiones (1991-1996).	6
2. Consumo aparente de toneladas de carne en canal de las principales especies carniceras en México (1991-1996).	6
3. Importación en toneladas de carne en canal de ovinos a México (1991 a 1996).	7
4. Comparación de medias entre machos enteros y machos castrados de la craza Suffolk-Rambouillet.	10
5. Comparación de medias entre machos enteros y castrados de ovinos Pelibuey.	10
6. Comparación de medias entre las razas Suffolk y Rambouillet.	11
7. Composición de la carne cruda de ovinos	14
8. Media (\pm desviación estándar) de los componentes químicos (%) de la carne de los grupos raciales Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk.	36
9. Media (\pm desviación estándar) de los componentes químicos (%) de la carne de los grupos raciales Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk por sexo.	37
10. Media (\pm desviación estándar) del porcentaje de grasa y cenizas de la carne de los grupos raciales Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk que presentaron interacción grupo racial x sexo.	38
11. Media (\pm desviación estándar) del porcentaje de proteína de la carne de los grupos raciales Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk que presentaron interacción dieta x sexo.	39
12. Media (\pm desviación estándar) de terneza de la carne de los grupos raciales Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk.	40
13. Media (\pm desviación estándar) de terneza de la carne de los grupos raciales Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk por sexo.	40
14. Media (\pm desviación estándar) de terneza de la carne de los grupos raciales Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk que presentaron interacción grupo racial x sexo.	41
15. Media (\pm desviación estándar) de terneza de la carne de los grupos raciales Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk que presentaron interacción grupo racial x dieta x sexo.	43
16. Media (\pm desviación estándar) de las características sensoriales de la carne de los grupos raciales Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk.	44

17. Media (\pm desviación estándar) de textura fibrosa de la carne de los grupos raciales Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk que presentaron interacción grupo racial x dieta.	45
18. Media (\pm desviación estándar) de textura fibrosa y olor a sangre de la carne de los grupos raciales Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk que presentaron interacción grupo racial x sexo.	46
19. Media (\pm desviación estándar) de características sensoriales de color, ternura y masticabilidad de la carne de los grupos raciales Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk que presentaron interacción grupo racial x dieta x sexo.	48
20. Media (\pm desviación estándar) de características instrumentales de color de la carne de los grupos raciales Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk por dieta.	49
21. Media (\pm desviación estándar) de características tecnológicas de la carne de los grupos raciales Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk.	50
22. Media (\pm desviación estándar) de características tecnológicas de la carne de los grupos raciales Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk por sexo.	51
23. Media (\pm desviación estándar) de características tecnológicas de la carne de los grupos raciales Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk que presentaron interacción grupo racial x sexo.	51
24. Valores de correlación para los análisis químicos.	52
25. Valores de correlación de la evaluación sensorial (a,b,c).	54 y 55
26. Valores de correlación de color.	56
27. Valores de correlación para los análisis químicos y ternura.	56
28. Valores de correlación de los análisis químicos y las características sensoriales.	57
29. Valores de correlación de los análisis químicos y color.	58
30. Valores de correlación de los análisis químicos y características tecnológicas.	59
31. Valores de correlación de características sensoriales, ternura, color y características tecnológicas.	60
32. Valores de correlación de color y características tecnológicas.	61
A. Análisis de varianza de los componentes químicos de la carne de ovinos Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk. (anexo 2)	86
B. Análisis de varianza de ternura de la carne de ovinos Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk. (anexo 2)	87

C. Análisis de varianza de las características sensoriales de la carne de ovinos Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk. (anexo 2)	88
D. Análisis de varianza de las características de color de la carne de ovinos Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk. (anexo 2)	92
E. Análisis de varianza de las características tecnológicas de la carne de ovinos Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk. (anexo 2)	93

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Participación de la producción de carne en 1997.	4
2. Comportamiento de la producción de carne en canal de ovinos en México.	5
3. Sistema tridimensional Hunter Lab de lectura para color en Alimentos.	18
4. Regiones externas del ovino.	24
5. Ovino de la raza Rambouillet.	25
6. Ovino de la raza Suffolk.	26
7. Ovino de la raza Pelibuey.	27
8. Cuadro metodológico general.	30
9. Media canal derecha de ovino Pelibuey-Rambouillet.	31
10. Corte entre la 10a y 11a vértebra torácica y la 4a y 5a vértebra lumbar de una media canal derecha de un ovino en estudio.	31
11. Músculo Longissimus dorsal de una media canal derecha de ovino en estudio.	32

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo principal evaluar la carne de ovinos Pelibuey (P) y de sus cruzas con Rambouillet (PR) y Suffolk (PS), a fin de identificar si la carne de P pudiese ser mejorada con las cruzas. Se utilizaron muestras de *Longissimus dorsi* de 30 canales derechas de los 3 grupos raciales que fueron alimentados con dos dietas, distribuyéndose en grupos de 5 animales para cada tratamiento respectivamente. 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 A sustituyendo por bagazo de cítrico el ensilado de maíz. Se empleó un modelo factorial, se hizo comparación de medias por el método de Tukey y se estimó el coeficiente de correlación de Pearson. Las características de calidad evaluadas fueron: composición química, terneza, características sensoriales y tecnológicas. Al evaluarse la composición química de la carne se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los grupos raciales para la humedad, grasa y colágeno. Las hembras presentaron carne más grasa y menos colágeno que los machos. La terneza de la carne de PR fue la mejor y la de menor terneza fue la carne de P. En la evaluación sensorial se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los grupos raciales para color, terneza y olor a carne cruda. En la carne de P y PR se identificó que la capacidad de emulsificación (CE) es baja. La carne de P fue la que presentó mayor capacidad de retención de agua (CRA). La intensidad del color fue la única característica que presentó una diferencia significativa entre dietas. Basándose en los resultados obtenidos se concluye que las cruzas de animales Pelibuey con razas como la Suffolk y la Rambouillet mejoran significativamente las características objetivas de calidad de la carne.

Palabras Clave: Ovinos, Pelibuey, Rambouillet, Suffolk, Carne, Composición química, Terneza, Evaluación sensorial, Color, CRA, CE.

SUMMARY

The present research had as objective to evaluate the quality of meat of Pelibuey (P) sheep and its crosses with Rambouillet (PR) and Suffolk (PS), in order to determine if there is an improvement with the crossbreeds in the quality of the meat. Samples of *Longissimus dorsi* muscle of the right carcass were used, 30 lambs of the 3 groups, studied were fed with two different diets, the lambs were divided in groups of 5 animals for each treatment. Diet A had oats hay, corn silage, soy meal and mineral salts. Diet B had the same components substituting the citric waste pulp for corn silage. The resulting data were according to procedures outlined ANOVA, Tukey procedure and simple correlation. Quality indicators studied included: chemical composition, tenderness, sensory and technological indicators. Chemical analysis of the meat showed significant statistical differences ($p < 0.05$) for moisture, fat and collagen among groups. Ewes exhibited more fat and less collagen than rams. Regarding tenderness PR produce softer meat than P. Sensory evaluation of the meat showed significant statistical differences ($p < 0.05$) for color, tenderness and smell raw meat. The P and PR meat had low emulsifying capacity (EC). P meat presented the highest water-holding capacity (WHC) of the groups. Color intensity was significant between diets. In conclusion, the P crossbreeding with Rambouillet and Suffolk improved significantly the quality meat, regarding technological indicators.

Key Words: Lamb, Pelibuey, Rambouillet, Suffolk, Meat, Chemical composition, Tenderness, Sensorial evaluation, Color, WHC, EC.

INTRODUCCION

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 los principales propósitos, aunque la tecnología de manejo y obtención son totalmente diferentes en cada país. En la ovinocultura, la producción de lana ocupaba (hasta antes de 1950) el primer lugar a nivel mundial, siguiendo la producción de carne y posteriormente piel y leche. ^{1,2,3,4}

Actualmente, el objetivo más relevante en la producción de ovinos es la carne destinada al consumo humano, esto se ve reflejado por los registros en el mercado mundial con una producción promedio de 6 886 miles de toneladas de carne comparadas contra una producción promedio de 2 665 miles de toneladas de lana desde 1996.⁵ En México, el consumo principal de la carne de ovino en grandes cantidades es en forma de barbacoa (algunas estimaciones indican que es el 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 es 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. ^{6,7,8}

Las principales perspectivas que se buscan con la producción de la carne ovina es abastecer el consumo nacional así como propiciar 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 tres 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 se mide por el número de corderos destetados por año frente a las ovejas apareadas.
- b) Una velocidad de crecimiento y peso al destete satisfactorios, medidos por la ganancia diaria de peso hasta determinada edad o hasta que se envía a sacrificio; se asocia con 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, características que se consideran determinantes en la calidad de la carne. ^{4,9,10}

Estos cuatro factores están muy ligados a la comercialización del ovino, los dos primeros factores los juzga directamente el productor quien realiza las modificaciones pertinentes en la producción para ofrecer a los intermediarios dedicados a la comercialización una buena calidad de la canal que se ve reflejada en calidad de la carne de consumo. ^{3, 6, 9, 10, 11}

En México, la producción ovina no responde a las necesidades del mercado en cuanto a carne, lo que 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 el 66.45% de las cabezas de ganado existentes para 1997) procedente principalmente de Estados Unidos, Australia y Nueva Zelanda (quienes aportan el 14.94% de la producción internacional) en estos países los sistemas de producción se basan en el pastoreo alternándolos con alimentos concentrados a fin de agilizar el desarrollo de los ovinos para abastecer su mercado, mientras que la producción en México está sometida básicamente a pastoreo extensivo de los forrajes nativos producidos a nivel nacional haciendo que el desarrollo de los ovinos sea más lento en comparación con los sistemas de producción de los países exportadores de carne de ovino. ^{1, 2, 4, 6, 8, 12}

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 su baja ganancia de peso y su consecuente largo período 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 con parasitosis. ^{7, 10}

La cruce de ovinos contribuye a la obtención de animales uniformes en cuanto a la producción y adaptación al medio ambiente donde se desarrollan, además de que transmiten sus características más deseables con impacto. Así la cruce 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. Esta mejoría es conocida como el fenómeno de vigor híbrido. Al realizar la cruce se busca que los animales sean más eficientes en sus tasas reproductiva y de conversión alimenticia para que se obtengan buenos rendimientos en las canales y carne de calidad, que son las que se reclaman en el mercado actual. ^{4, 10, 12}

A la vez que se estudia el comportamiento de la calidad de la carne entre razas puras y sus cruces, es necesario conocer cuales son los requerimientos nutrimentales básicos para aprovechar las velocidades de crecimiento para un mejor aprovechamiento de las canales obtenidas de los animales. Los alimentos suministrados frecuentemente a los ovinos en sistemas

de estabulación alternados con pastoreo son: heno, ensilado de maíz , maíz, cebada, avena, concentrados proteicos y minerales.^{10, 13, 14, 15}

La calidad que evalúan los consumidores de hoy día en la carne son características que pueden ser nutrimentales o sensoriales gratas a su paladar y vista; entre tales características se considera al sabor, color, olor y suavidad.^{4, 10, 16, 17}

El color es una característica de calidad muy importante tanto en la carne cocida como en la cruda debido a que la estabilidad del color está relacionado con la vida de anaquel. Es también una característica crítica para la apariencia puesto que influye considerablemente en las decisiones de compra y aceptación por parte del consumidor.^{10, 17}

La suavidad es, después del color, un factor de influencia para la aceptación o rechazo de la carne y está ligada con la composición del tejido conjuntivo, específicamente con el acomodo de las miofibrillas y la cantidad de colágeno presente.^{10, 17, 18}

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 a niveles comparables entre especies y provee los aminoácidos esenciales que mantienen las reservas de proteínas en el organismo. La carne es una excelente fuente de vitaminas del grupo B y minerales como el calcio, hierro, fósforo y zinc.^{4, 19, 20}

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 la calidad de la carne. La raza Pelibuey no está muy difundida en el mundo, pero en México sí, y se encuentra principalmente en las regiones tropicales, en donde se han realizado estudios sobre la eficiencia reproductiva y de conversión alimenticia, sin profundizar en la calidad química y sensorial 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 medio ambiente, proporcionando principalmente carne de buena calidad. Por lo tanto, se decidió emplear ovinos Rambouillet y Suffolk (por la difusión que tienen las razas a nivel nacional y por sus características carniceras) para evaluar su carne, midiendo principalmente las características químicas, sensoriales y tecnológicas que pueden ofrecer en su cruce con Pelibuey.

ANTECEDENTES

1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA OVINOCULTURA EN MÉXICO

A través de los años en México se ha observado una cultura y tradición ovina muy pobre, lo que ha traído como consecuencia el estancamiento de su producción, la cual ha sido delegada a los sectores más pobres de los productores campesinos, dando como resultado una ganadería de autoconsumo. ^{1, 4, 8}

Para 1997, la producción total de carne de las principales especies de abasto en México fue de 3,807 993 toneladas. La Figura 1 muestra la distribución de los diferentes tipos de carne, pudiéndose observar que la producción de carne de ovinos tuvo una participación del 0.77%, siendo la que menor porcentaje presentó junto con la producción caprina.

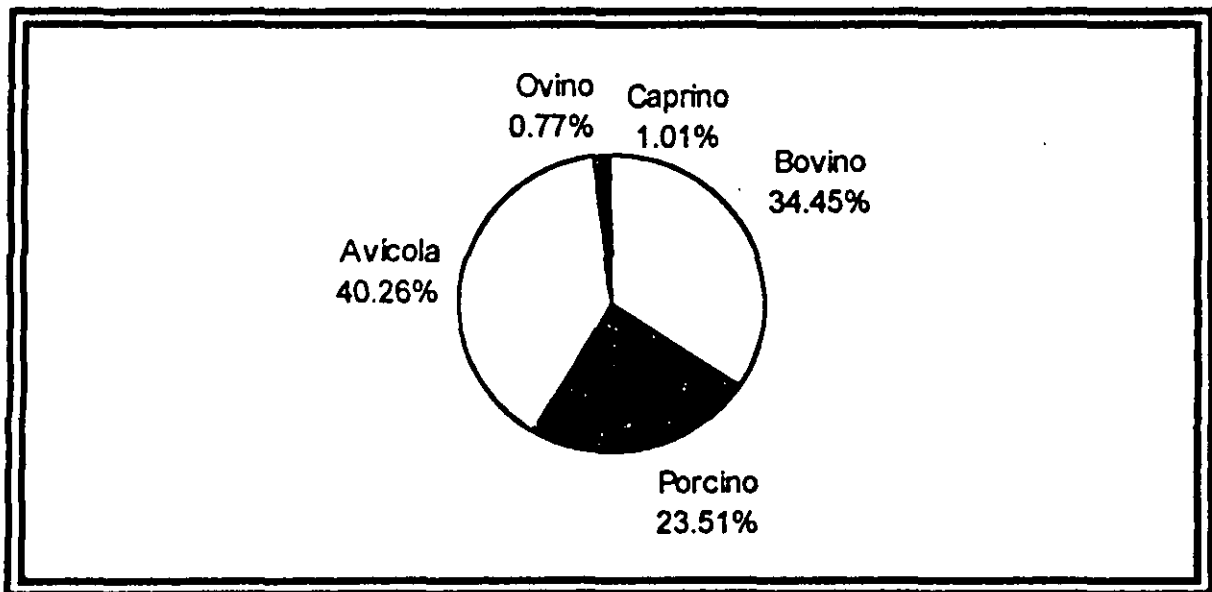


Figura 1. Participación de la producción de carne en 1997

Fuente: Situación histórica, actual y tendencias de la avicultura mundial. Balconi IR. 1998. ²¹

La producción avícola es la que registró el mayor porcentaje (40%) en la producción, debido a que el consumo de carne de aves se ha incrementado en el país a causa de las tendencias en el consumo de alimentos bajos en grasa, además de que posee un costo menor que tiene al compararse con otras especies de abasto. Sin embargo, a pesar de que la carne de ovino representa un porcentaje muy bajo comparado con las otras especies debido a la cultura de

producción en México, los ovinos son la especie carnicera mejor cotizada tanto en pie como en canal (\$20.00 y \$32.00 respectivamente) desde hace muchos años.^{1,21}

La Figura 2 muestra la producción de carne en canal de ovinos de 1991 a 1997. La producción nacional de carne de ovino mostró un incremento notorio de 1991 a 1994, manteniéndose casi constante en los años subsiguientes.

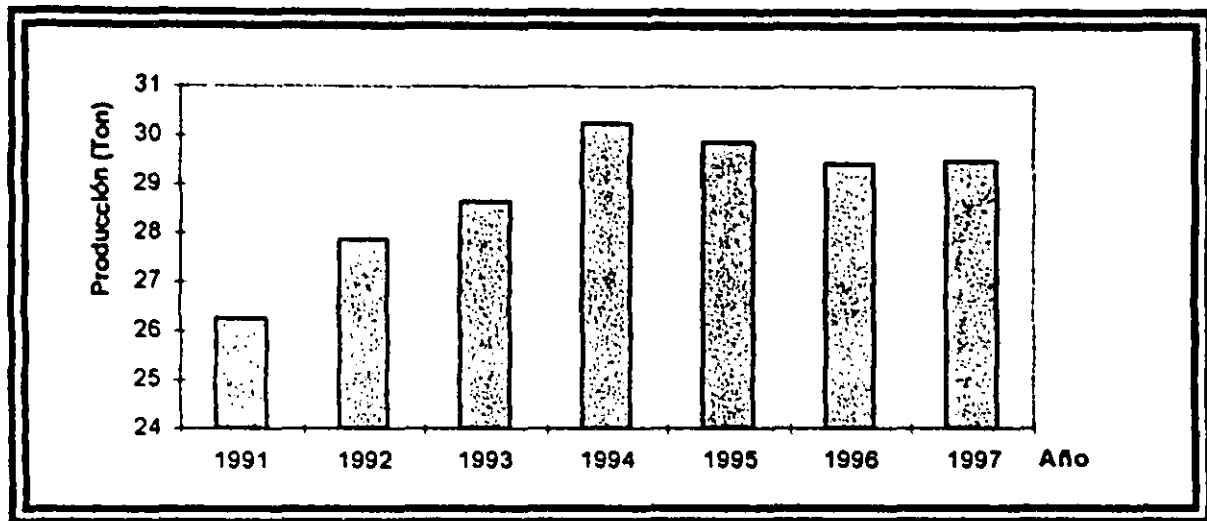


Figura 2. Comportamiento de la producción de carne en canal de ovinos en México

Fuente: El sector alimentario en México. INEGI. 1997.²

La producción de carne de ovino en canal muestra un incremento del 15.28% de 1991 a 1994; entre 1995 y 1997 las variaciones promedio fueron de 1.09%. De 1994 a 1997 se observó una disminución de 3.08% en la producción, al pasar de 30 274 toneladas en 1994 a 29 467 en 1997. El incremento que se registró para 1994 se presentó con un aumento de la producción de 1991 a 1992 en un 6.13% y de 1992 a 1993 en un 3% (ver Figura 2). A nivel nacional, la producción de carne de ovino se registra principalmente en 5 regiones del país que son:

- a) Región Noreste: Baja California, Sonora y Sinaloa.
- b) Región Norte: Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, Tamaulipas y Zacatecas.
- c) Región Centro: Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Aguascalientes, San Luis Potosí, Querétaro, Puebla, Tlaxcala, Edo. de México, Distrito Federal, Morelos, Guanajuato e Hidalgo.
- d) Región Golfo: Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo.
- e) Región Sur: Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

La producción de carne en canal por regiones se muestra en el Cuadro 1, así como la producción total registrada por año.

Cuadro 1. Producción en toneladas de carne en canal de ovinos en México por regiones (1991-1996)

Región	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Noreste	539	748	869	1 499	1 575	1 605
Norte	3 363	3 143	3 501	3 549	3 456	3 384
Centro	17 164	18 273	18 647	19 971	19 765	19 179
Golfo	2 345	2 483	2 380	2 273	2 286	2 479
Sur	2 853	3 225	3 275	2 982	2 805	2 796
Total	26 262	27 872	28 672	30 274	29 887	29 443

Fuente: El sector alimentario en México. INEGI. 1997.²

La mayor concentración de la producción (aproximadamente 65%) se presenta en la Región Centro, mostrando la misma tendencia de incremento en su producción que la producción total nacional entre 1991 y 1996.

La Región Noreste mostró un incremento a partir de 1994, ya que años anteriores sólo aportaba el 2% de la producción (ver Cuadro 1). Las Regiones Golfo y Norte no presentan cambios significativos en su comportamiento; es decir, se ha mantenido su producción desde 1991. Por otra parte, la Región Sur tuvo un incremento del 13% entre 1992 y 1993, para posteriormente disminuir su producción en 1996 hasta en un 2% en relación con la producción de 1995.

Una variable importante para saber qué camino debe seguir la producción es conocer el comportamiento del consumo. El Cuadro 2 presenta el consumo aparente de carne de diferentes especies en canal, ya que es importante conocer el consumo nacional que se tiene de carne de ovino con respecto a las otras especies de trascendencia carnicera en México.

Cuadro 2. Consumo aparente de toneladas de carne en canal de las principales especies carniceras en México (1991-1996)

Especie	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Ovinos	40 046	45 182	49 456	30 447	45 060	43 059
Bovinos	1 217 327	1 301 635	1 213 789	1 482 477	1 451 234	1 402 478
Porcinos	904 254	1 022 309	1 168 908	1 127 201	1 285 739	1 235 872
Avícola	859 877	874 870	867 549	915 640	935 560	917 051

Fuente: El sector alimentario en México. INEGI. 1997.²

El consumo de carne de ovino es el más bajo comparado con las otras especies en el período reportado en el Cuadro 2 (1991 a 1996) presentándose un consumo nacional promedio de 42 208 toneladas anuales, las cuales representan el 1.4% del consumo total nacional de la carne, mientras que la producción nacional promedio de esta carne representa tan sólo el 68.4% de este consumo.

La carne de bovino y porcino encabezan las especies de mayor consumo en el mercado mexicano, aunque para la carne de bovino existió una tendencia de disminución del 5.4% de 1994 a 1996, y para el mismo período el consumo de carne de cerdo se incrementó en un 9.6%. A pesar de estas tendencias de la carne de bovino y porcino, el consumo de la carne de ovino se encuentra muy por debajo de las costumbres de consumo del mexicano.

Debido a las tendencias actuales en el consumo de carnes blancas, el consumo de aves también se ha visto incrementado, sólo que el consumo de estas está por debajo en un 34.6% y un 25.8% respectivamente del consumo de carne de bovino y cerdo. Sin embargo, y a pesar de que la carne de ovino no se muestra tan competitiva como las otras especies, se puede ver que está ganando terreno en el mercado consumista de la carne en México.

Al analizar la situación del consumo aparente de la carne de ovino, se puede observar que la producción nacional no es suficiente para cubrir las necesidades; fue un 31.6% menor a los requerimientos para 1996, por lo que ha habido la necesidad de importar carne de ovino para satisfacer la demanda nacional.

En el Cuadro 3 se muestran las importaciones que fueron necesarias por año para cubrir la demanda nacional de carne de ovino de 1991 a 1996.

Cuadro 3. Importación en toneladas de carne en canal de ovinos a México (1991 a 1996)

	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Consumo Aparente	40 046	45 182	49 456	30 447	45 060	43 059
Producción Nacional	26 262	27 872	28 672	30 274	29 887	29 443
Importaciones*	13 784	17 310	20 784	173	15 173	13 616
% Deficitario	34.4	38.3	42.0	0.5	33.6	31.6

Fuente: El sector alimentario en México. INEGI, 1997.²

* Importaciones calculadas a partir de la producción nacional y el consumo aparente.

Sin importar el incremento en la producción nacional de 1991 a 1993, las importaciones también se incrementaron a fin de abastecer la demanda; sin embargo, en 1994, cuando se tuvo el mayor registro de producción, sólo se importaron 173 toneladas de carne en canal, contra 20 784 que se importaron en 1993.

Para años posteriores a 1994 el porcentaje deficitario fue más bajo en comparación con el registrado de 1991 a 1993, y la disminución no se presentó por un incremento en la producción nacional sino que por una disminución en el consumo aparente.

Para 1994 el consumo aparente disminuyó un 38.4% con respecto a 1993, lo cual pudiera deberse a la devaluación y a los cambios políticos de 1994.

En datos reportados por el Sistema Nacional de Información de Mercados; las importaciones de carne de ovino se manejan en dos rubros:

- a) canales procedentes de ganado en pie importado,
- b) carne en canal congelada desde el país de origen.

Del total importado, el 19.33% corresponde a canales procedentes de ganado en pie importado, y el 80.67% es carne en canal congelada. ²¹

El consumo de la carne de ovino en México es principalmente como barbacoa, se destina el 80% de la carne en canal existente en el país y el 20% restante en cortes para mixiotes o consumo familiar. ^{1, 6}

Las importaciones de carne y animales en pie para el abasto no han afectado el precio nacional. ²² Por otro lado, la carne de ovino ya se encuentra en supermercados y carnicerías, lo que ha ocasionado que no se consuma sólo los fines de semana.

2. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LA CARNE

Al hablar de calidad de carne se puede hacer referencia a dos conceptos diferentes relacionados entre sí, ya que finalmente las condiciones de calidad de un alimento las marca el consumidor. ^{16, 17} Se puede hacer referencia a la calidad desde un punto de vista subjetivo. En este concepto se deben incluir aquellas características sensoriales que hacen que el alimento sea apetecible para el consumidor; esas características son el aroma, sabor, color, jugosidad y ternura (suavidad). ^{16, 18} El concepto objetivo que engloba de una mejor forma la descripción de la calidad de la carne hace referencia a aspectos de producción animal, nutrimentales, sanitarios y tecnológicos. ^{10, 16, 17, 18}

2.1 FACTORES ASOCIADOS CON LA PRODUCCION DE CARNE

La producción de carne de calidad es el resultado de la producción de animales de calidad, aunque también hay que indicar que la calidad final de la carne es en muchas ocasiones la

interrelación de diversos factores asociados con el producto en sí, el consumidor, el precio y el mercado.

Un factor muy importante de la calidad de una canal es considerar el peso vivo en animales jóvenes. ²³ Cuando el peso de una canal se incrementa disminuye el porcentaje de músculo y hueso aumentando el de grasa intramuscular y subcutánea. ²⁴ Sin embargo, los factores determinantes que afectan a la composición y calidad de la canal son: sexo, raza, edad, manejo y nutrición. ^{1, 3, 4, 13}

2.1.1 SEXO

El sexo influye o adquiere mayor importancia cuando empieza la etapa de mayor deposición de grasa de los animales, ya que en las etapas iniciales del crecimiento de los ovinos no existe diferencia alguna entre machos y hembras. ⁶

La principal diferencia entre sexos es la cantidad de grasa contenida en el cuerpo y su forma de deposición. Algunos autores consideran que en los rumiantes los machos enteros depositan menos grasa que los castrados y estos últimos a su vez menos que las hembras, para los ovinos esta relación de engrasamiento no se aplica tal cual. ²⁵ Thompson et al. (1979) encontraron que no existe diferencia entre la proporción de grasa entre hembras y machos castrados. ²⁶

Otros estudios han indicado que no existen diferencias en la deposición de la grasa en la canal; sin embargo, las hembras depositan una mayor cantidad de grasa intermuscular que los machos. ²⁷

También se ha observado que los machos enteros, a pesar de que no presentan canales grasas, tienen una grasa más suave y amarilla, que contiene gran cantidad de ácidos grasos insaturados, además de que presentan una carne de olor intenso, comparándolo con la que se obtiene de los machos castrados. ²⁸

Las diferencias encontradas entre machos castrados y machos enteros de una cruce de ovinos Suffolk - Rambouillet se presentan en el Cuadro 4.

Las diferencias encontradas en la cantidad y tipo de grasa repercuten en otras medidas de interés para quien comercializa o consume esa canal. Al analizar los datos contenidos en el Cuadro 4 se puede observar que el macho entero pesa más que el castrado, por lo que los porcentajes de la canal de machos enteros son mejores. ^{4, 29}

El peso en machos enteros es mayor debido a que la proporción de músculo y hueso es mayor que de grasa. ^{4, 29}

Cuadro 4. Comparación de medias entre machos enteros y machos castrados de la crucea Suffolk – Rambouillet ²⁸

Variable	Macho entero	Macho castrado
Peso en pie (kg)	72.93 ^b	65.36 ^a
Peso de la canal caliente (kg)	36.68 ^b	34.24 ^a
Grasa pélvica y riñonada (%)	3.22 ^a	4.67 ^b
Espesor del engrasamiento (mm) ^d	6.46 ^a	8.58 ^b
Area del lomo (cm ²) ^e	18.86 ^b	16.84 ^a
Grado de rendimiento ^f	3.50 ^a	4.43 ^b
Color de la grasa ^g	3.28 ^b	2.08 ^a
Firmeza de la grasa ^h	3.77 ^b	2.19 ^a

Adaptado de: Busboom et al. 1981. ²⁸

^{a, b}: diferencias significativas (p<0.05)

^d: mm de grasa que se registran en la grasa de cobertura.

^e: Área del lomo tomada entre la 10 y 11ava costilla.

^f: está dado por el porcentaje de cortes aprovechables de la canal.

^g: se mide en una escala donde 1= blanco y 5 = amarillo.

^h: se mide en una escala donde 1= firme y 5 = muy maleable y oleosa.

El engrasamiento es mayor en machos castrados; sin embargo, tienen una grasa de color más blanco que la que presentan los machos enteros, por lo que el consumidor preferirá consumir carne con grasa no tan amarilla. ^{4, 29} En el Cuadro 5 se muestran datos generales reportados de machos Pelibuey enteros y castrados.

Cuadro 5. Comparación de medias entre machos enteros y castrados de ovinos Pelibuey ³⁰

Variable	Macho entero	Macho castrado
Peso en pie (kg)	36.25 ^b	35.79 ^a
Peso de la canal caliente (kg)	15.55 ^a	16.00 ^b
Rendimiento comercial (%) ^c	42.9 ^a	44.7 ^b
Total de grasa interna (kg) ^d	1.17 ^a	1.72 ^b

Adaptado de: Martínez et al. 1990. ³⁰

^{a, b}: diferencias significativas (p<0.05)

^c: peso de la canal caliente / peso en pie x 100

^d: pericárdica, omentomesentérica y perirrenal

Los ovinos Pelibuey castrados mostraron un mayor rendimiento que los enteros, además de que los machos castrados presentaron una mayor cantidad de grasa interna. En el rendimiento de una canal, se ha considerado el sexo, ya que se ha encontrado que las canales provenientes de

hembras son más grasas (mayor contenido de grasa interna y externa, con bajos rendimientos y mejores grados de calidad) que las canales de corderos castrados.³⁰

Los carneros o machos enteros tienen mayor musculatura y menos grasa que los corderos castrados; estos últimos presentan más grasa dorsal, de riñonada y pélvica.^{28, 31}

2.1.2 RAZA

El efecto en la composición final de una canal depende mucho de la raza de animales con que se trabaje.

Estudios realizados han indicado que la raza Suffolk obtuvo una mayor puntuación en la conformación de las piernas y una mayor área del *Longissimus dorsi* en comparación con la Rambouillet, y que la raza Rambouillet presentó más grasa interna que la Suffolk, aunque a un determinado peso la diferencia en la grasa externa no era muy significativa.³²

En la raza Suffolk y cruza con ésta, se ha encontrado que la progenie de los machos producen canales más pesadas, con mejores grados de rendimiento al compararse con otras razas, como puede observarse en el Cuadro 6.²⁹

Cuadro 6. Comparación de medias entre las razas Suffolk y Rambouillet²⁹

Variable	Suffolk	Rambouillet
Peso en pie (kg)	71.61 ^b	66.68 ^a
Peso de la canal caliente (kg)	37.14 ^b	33.78 ^a
Grasa pélvica y riñonada (%)	3.80 ^a	4.09 ^b
Espesor del engrasamiento (mm) ^d	7.93 ^b	7.11 ^a
Área del lomo (cm ²) ^e	18.37 ^b	17.34 ^a
Grado de rendimiento ^f	4.02 ^b	3.91 ^a
Color de la grasa ^g	2.84 ^b	2.52 ^a
Firmeza de la grasa ^h	3.08 ^b	2.88 ^a

Adaptado de: Busboom et al. 1981.²⁹

^{a, b}: diferencias significativas ($p < 0.05$)

^d: mm de grasa que se registran en la grasa de cobertura.

^e: área del lomo tomada entre la 10 y 11ava costilla.

^f: está dado por el porcentaje de cortes aprovechables de la canal.

^g: se mide en una escala donde 1 = blanco y 5 = amarillo.

^h: se mide en una escala donde 1 = firme y 5 = muy maleable y oleosa.

Para este caso, aunque el Rambouillet presenta un menor peso (en pie y canal) tiene un mejor grado de rendimiento, debido principalmente a que no es una raza que tienda a acumular grasa externa como la Suffolk; la acumulación es en el riñón y en la pelvis.²⁹

En el comportamiento de las razas se considera como un punto importante el peso corporal final del animal, el cual está correlacionado con la velocidad de crecimiento.⁶ Es por esto que se ha empleado el cruzamiento de animales con condiciones corporales que permiten aumentar las ganancias de peso. Se estima que las cruas crecen un 9.8% más rápido que las razas puras.⁶

2.1.3 EDAD

La edad cronológica y la madurez se han asociado con cambios en el color de los músculos y cambios en el color, forma y grado de osificación de los huesos.³³

Algunos autores indican que el color del músculo se ve afectado por el estrés del sacrificio en ovinos.³⁴ Pero en otras investigaciones se ha demostrado que el color oscuro del músculo se hace más intenso cuando la edad cronológica del animal es avanzada.^{35, 36} Esta característica está asociada con la palatabilidad de la carne; animales precoces engrasan antes y pueden ser sacrificados a menor edad, obteniendo mejores palatabilidades.^{35, 36}

El sabor de la carne se acentúa a medida que avanza la edad del animal, y éste va íntimamente ligado al olor, al que se le ha relacionado con la cantidad de grasa que se presenta en la carne de ovino.^{4, 37}

2.1.4 NUTRICION

El tipo de nutrientes que se aportan en la dieta del animal es importante para la calidad de la carne, se ha observado que la velocidad de ganancia de peso y el tiempo durante el periodo de finalización con una dieta de alta energía afecta directamente la estabilidad del colágeno y hace que se mejore la ternura de la carne.³⁸

Las características que aportan las bacterias simbióticas del rumen permiten desdoblar celulosas y aprovechar el nitrógeno no proteico fácilmente en ovinos, por lo que se pueden utilizar algunos de los esquilmos industriales para su alimentación.^{13, 39}

Los esquilmos que se pueden emplear son rastrojo de maíz y sorgo; pajas de frijol y trigo; residuos de soya, puntas y hojas de caña de azúcar; bagazos de caña, piña, henequén y cítricos, entre otros.^{39, 40, 41}

La principal finalidad de la alimentación para el ganado ovino es el suministro de energía de mantenimiento. La mayoría de los alimentos consumidos por los rumiantes están compuestos por

carbohidratos de los cuales los ovinos obtienen la energía.^{13, 37} Otro de los nutrientes encontrados en algunos de los alimentos proporcionados a los ovinos en estabulación son las proteínas. Los ovinos requieren las proteínas para el mantenimiento de los órganos vitales del cuerpo y para la formación de productos como la carne, leche y lana.¹³

El dar a los animales dietas de alta energía causa más diferencias en la forma de deposición de la grasa pélvica y de riñonada que en la grasa subcutánea. También se sabe al respecto que una dieta de alta energía (2.80 Mcal / kg de materia seca) hace que los corderos ganen un mayor peso diariamente, sin embargo, se podrían obtener rendimientos pobres al tener más grasa interna y externa, en comparación con animales que lleven una dieta normal (2.30 Mcal / kg de materia seca).²⁷

Aquí, juega un papel muy importante la grasa, ya que es el principal componente a considerar para poder fijar el precio de la canal.³⁵ Sin embargo, la calidad de la canal va a estar determinada por las características cuanti-cualitativas de las exigencias del mercado, ya que para el comercializador la calidad de la canal es sinónimo de máxima cantidad de músculo, óptimo nivel de grasa y mínimo contenido de hueso.^{36, 37}

2.2 FACTORES ASOCIADOS CON LA COMPOSICION QUIMICA DE LA CARNE

Tradicionalmente, se ha considerado que la carne es una de las principales fuentes de proteína y en opinión de la mayoría de los consumidores, es fundamental para la salud y el bienestar. Reportes del National Food Survey Committee (Comité Nacional de Encuestas de Alimentos) de los Estados Unidos señalan modificaciones en los patrones de consumo, las encuestas indican una tendencia a un menor consumo de carne fresca y mayor consumo de productos procesados que contienen carne.⁴²

La composición de la carne varía entre los diferentes tipos y cortes existentes. Desde el punto de vista estructural, la carne es una fibra muscular que se agrupa en forma de manojos gracias al tejido conjuntivo, a través del cual hay una distribución abundante de vasos sanguíneos, nervios y células de grasa. El recubrimiento de las fibras también contiene proteína soluble en agua y otros compuestos nitrogenados, además de sales minerales.⁴²

Sin duda, las proteínas son los constituyentes más importantes de las partes comestibles de la carne de los animales. El complejo comestible por lo general consta de las proteínas actina y miosina junto con pequeñas cantidades de colágeno, reticulina y elastina. También hay diversos pigmentos respiratorios: mioglobina, nucleoproteínas, enzimas y otros componentes adicionales, incluyendo las vitaminas del complejo B. La porción no comestible del animal contiene cantidades

considerables de proteína como colágeno (piel, tendones, tejido conectivo), queratina (pelo, cuerno y pezuñas), elastina (ligamentos) y proteínas de la sangre.⁴²

Lushbough y Scheweigert (1960) tabularon datos para cortes de carne fresca de cordero. Las principales cifras de interés para el control analítico son "el contenido de carne magra" y el "equivalente cárnico" del producto.⁴³ Moss et al. (1983) proporcionaron datos modernos representativos para los constituyentes principales y secundarios de diferentes cortes de carne y de los desperdicios.⁴⁴ Además de su atractivo estético, la carne es importante debido a su valor nutritivo. En el Cuadro 7 se muestran los resultados del análisis aproximado del tejido muscular magro.

Cuadro 7. Composición de la carne cruda de ovinos

Corte del Carnero	Agua (%)	Proteínas (N x 6.25) (%)	Grasa (%)
Magra	70.1	20.8	8.8
Grasa	21.2	6.2	71.8
Pecho	48.3	16.7	34.6
Chuletas	49.5	14.6	35.4
Costilla	48.7	14.7	36.3
Pierna	63.1	17.9	18.7
Espalda	56.1	15.6	28.0
Pescuezo	55.1	15.6	28.2

Adaptado de: Moss et al. 1983.⁴¹

Esta composición es relativamente constante para la mayoría de los animales. Oscila principalmente en relación al contenido de lípidos, que se pone de manifiesto en los diferentes grados de veteado de algunas carnes de mamíferos. La composición total de la carne es variable en función de la cantidad de grasa, hueso y piel que contenga la muestra. Según se indica la proteína representa casi un 20% de la porción magra de la carne. No sólo es muy alto el contenido proteico del tejido muscular sino que además su calidad es también muy elevada, pues su composición de aminoácidos es muy semejante a la necesaria para el mantenimiento y crecimiento del tejido humano.^{42, 44}

El tejido muscular es una excelente fuente de vitaminas del complejo B, en especial de tiamina, riboflavina, niacina, vitamina B₆ y vitamina B₁₂. No obstante, el contenido muscular de complejo B varía considerablemente en función de la especie, y en una misma especie según el tipo de músculo.^{4, 45} Además, el complejo B oscilan también con la raza, edad, sexo y estado de

salud del animal. Son menos numerosos los trabajos realizados a la fecha sobre el contenido de las vitaminas liposolubles en ovinos, pero los contenidos de vitamina A, D, E y K de la carne son generalmente bastante bajos; la cantidad de vitamina E (tocoferol) puede resultar modificada por la alimentación del animal.⁴⁵

2.3 FACTORES ASOCIADOS CON LAS CARACTERISTICAS TECNOLOGICAS DE LA CARNE

Es necesario remarcar la importancia de los procesos tecnológicos en la transformación de la carne a los diversos productos cárnicos para que éstos cumplan con los requerimientos y necesidades del consumidor. Al respecto, la industria cárnica ha realizado esfuerzos por crear nuevos productos que satisfagan las características buscadas por el consumidor actual y que al mismo tiempo permitan la revalorización y un mejor aprovechamiento de los rendimientos de una canal.⁴⁶

El contenido proteico de la carne no sólo es importante en la dieta humana, sino que tiene una amplia relación con las características de los productos que se elaboran con ella, y principalmente las propiedades funcionales que pueden presentar las proteínas miofibrilares. Las proteínas miofibrilares influyen en la capacidad de retención de agua (CRA) y en la capacidad de emulsificación de grasas (CE).⁴⁷

La CRA se define como la capacidad que tiene la carne para retener el agua libre durante la aplicación de fuerzas externas. Se ha considerado como una propiedad decisiva en la calidad de la carne, tanto para la destinada al consumo directo como para la destinada a la elaboración de embutidos. Por lo tanto, la CRA se ha relacionado con la terneza, la jugosidad y el color de la carne.^{47, 48, 49}

En los productos cárnicos curados (chorizo, salchichón, jamones) interesa que la carne tenga baja CRA, lo que favorece la operación de secado, pero en productos cocidos (salchichas, mortadelas y jamones) interesa que la carne tenga una elevada CRA para mantener la jugosidad de los productos.^{47, 48}

La CE se define como la cantidad de grasa que puede emulsificarse en una pasta de carne. Esta es la característica básica a considerar en la elaboración de las salchichas y de otros productos emulsificados. Esta característica se ha relacionado con compuestos químicos del músculo como responsables del sabor y la cohesión de los productos cárnicos.^{43, 47, 48}

La CRA y CE se ven influidas por diversos factores relacionados entre sí.^{43, 47, 48} El pH se ve influido por la presencia de NaCl y fosfatos principalmente y estas sales actúan en los cambios

que pueden sufrir la CRA y la CE de la carne.⁵⁰ El NaCl facilita la solubilización de las proteínas miofibrilares y, en consecuencia, aumentan la CE. Los fosfatos actúan en el pH, en la fuerza iónica, en la capacidad secuestrante y en su interacción con las proteínas. Su efecto se debe principalmente a su interacción con las proteínas miofibrilares, lo que ocasiona cambios en la CRA.^{47, 51} Asimismo, se ha comprobado que el uso de pirofosfato ácido de sodio enmascara el olor de oveja, además de mejorar el color visual, en este tipo de carne.⁵²

Sin embargo, no sólo las proteínas miofibrilares tienen una marcada influencia sobre la textura, ya que se ha encontrado que las proteínas contráctiles (en especial el colágeno) también están relacionadas con ésta.⁵³

La carne de oveja no está considerada como una carne de alta calidad por lo que su empleo en la elaboración de productos cárnicos podría aumentar la posibilidad de éxito del consumo de carne de ovino.⁶

Las hembras maduras tienen una carne de color intenso y olor pronunciado; la intensidad del color ayuda a que los productos procesados adquieran un color deseado para el consumidor. Sin embargo, la carne de cordero no presenta los inconvenientes de olor fuerte y además tiene una textura mucho más suave que la de hembras adultas. Esta consideración es muy importante, ya que la mayoría de los animales que se sacrifican son animales jóvenes sin castrar y hembras adultas las cuales han sobrepasado su utilidad como reproductoras. En consecuencia, el consumo de carne de ovino se ve restringido por el desagradable aroma que confiere la carne de hembras adultas a los productos elaborados con esta.^{1, 6, 54}

La disminución del olor a ovino en las carnes procesadas se ha realizado a través de la reducción de grasa de ovino a un nivel de 10% o menos.⁵⁴ El uso de especias o el ahumado de los productos también han sido empleados para enmascarar el aroma de ovino en los productos.^{55, 56}

2.4 FACTORES ASOCIADOS CON LAS CARACTERISTICAS SENSORIALES DE LA CARNE

El hombre ha llegado a producir alimentos que sensorialmente le son más deseables para el consumo. La determinación de propiedades sensoriales es por lo tanto básica para predecir la aceptabilidad de un producto por el consumidor.^{57, 58}

La evaluación sensorial de un alimento es tan importante como la evaluación de componentes químicos, físicos o biológicos. A diferencia de las evaluaciones realizadas en un

laboratorio, la evaluación sensorial se encarga de la medición y cuantificación de las características de un alimento que son percibidas por los sentidos humanos. ^{57, 59}

Los cinco sentidos empleados por el humano son la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto; cada uno conserva una importancia alrededor del desenvolvimiento diario del hombre. También en la evaluación sensorial el hombre hace uso de zonas sensibles al dolor o a la temperatura como los labios o la parte interior de la boca. ^{58, 59}

Diferentes propiedades sensoriales pueden percibirse con un sólo sentido, y otras son detectadas con dos o más sentidos:

- a) La vista: detecta el color, apariencia y rugosidad.
- b) El olfato: detecta el olor, aroma y sabor.
- c) El gusto: detecta el gusto y el sabor.
- d) El tacto: detecta la temperatura, peso, textura y rugosidad.
- e) El oído: detecta la textura y rugosidad. ⁵⁹

La ventaja que se tiene al realizar un análisis sensorial es que cada una de las personas que intervienen en él cuentan con sus propios instrumentos de trabajo; es decir, con sus cinco sentidos y su capacidad de integración a través de los cuales puede percibir y detectar las características esenciales de los alimentos. ^{57, 58, 59}

Es importante mencionar que actualmente existen instrumentos para cuantificar algunas de las características sensoriales detectadas por el hombre. ⁶⁰

2.4.1 CARACTERÍSTICAS SENSORIALES

2.4.1.1 COLOR. El color es la percepción de la luz de una cierta longitud de onda reflejada por un objeto. La luz puede ser reflejada, absorbida o transmitida cuando llega a proyectarse en un objeto. Al respecto, los alimentos se han clasificado en opacos, translúcidos o transparentes, dependiendo de las características que presente el reflejo de luz sobre ellos. Por lo tanto, cada color presenta tres características:

- a) Tonalidad: está determinada por el valor exacto de la longitud de onda de la luz reflejada.
- b) Intensidad: depende de la concentración de las sustancias colorantes del alimento.
- c) Brillantez: depende de la cantidad de luz que es reflejada por el cuerpo, en comparación con la luz de incidencia sobre el mismo. ⁵⁹

En los alimentos, la reflectancia de la luz determina el color con base en los cambios de apariencia denotados por la cantidad de luz, por la fuente de la luz, por el tamaño del objeto y por el ángulo de observación.^{59, 60}

La forma más efectiva de medir el color como una característica sensorial es la instrumental; sin embargo, la evaluación visual es válida cuando no es posible adquirir equipos costosos.^{59, 60}

La evaluación visual que realizan los jueces se efectúa usando escalas de color, donde se abarcan todos los tonos e intensidades posibles de las muestras a evaluar. Las muestras se comparan visualmente con la escala de color, asignándose un número correspondiente a la escala.⁵⁹

La evaluación instrumental puede realizarse con un colorímetro o espectrofotómetro, los cuales están diseñados para captar una medición tridimensional del color de forma similar a la sensación psicofísica de percepción del ojo humano.⁶⁰

Para los instrumentos existen dos sistemas escalares que son los más empleados. Estas escalas son: la CIE L, a, b y la Hunter L, a, b, la última de mayor aplicación en el área de alimentos.⁶⁰ La medición tridimensional considera que todos los tonos pueden ser especificados por tres colores primarios: rojo (X), verde (Y) y azul (Z). El color situado en el eje tridimensional se puede leer como la mezcla de dos colores básicos en sus diferentes intensidades.^{59, 60}

La escala Hunter L, a, b, que es la que se ajustaría en la evaluación de carne, mide el grado de brillantez (L), el grado de intensidad del rojo al verde (+/-) y el grado de tonalidad, que va del amarillo al azul (+/-). Las dimensiones de los ejes L, a y b que se consideran para la lectura del diagrama se muestran en la Fig. 3.^{59, 60}

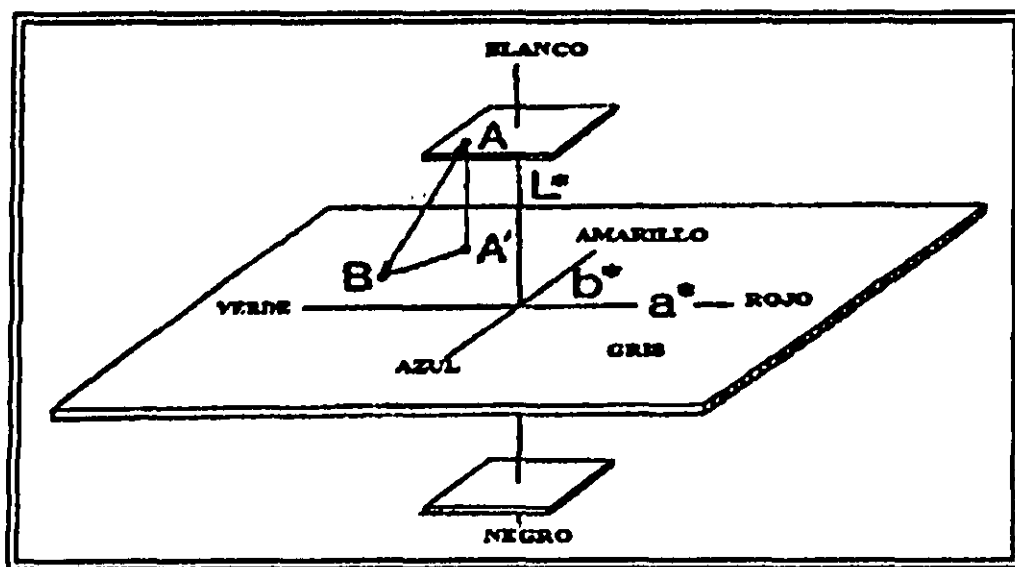


Figura 3. Sistema tridimensional Hunter L, a, b de lectura para color en Alimentos^{59, 60}

Factores tales como la temperatura, la luz y el pH del músculo afectan la vida de anaquel y la decoloración de la carne.^{17, 20} El color que presenta la carne fresca se debe al pigmento principal mioglobina (rojo - púrpura). Si la carne se expone al medio ambiente por varios minutos hay formación de oximioglobina (rojo cereza), la cual puede transformarse a metamioglobina (café) si la exposición al aire es prolongada.^{17, 20}

El color de la carne está asociado con la vida de anaquel; la pérdida del color rojizo característico de la carne hace que el consumidor no acepte de igual forma el producto, lo que se ve reflejado en pérdidas de tipo económico para el productor y comercializador de carne.^{17, 59}

2.4.1.2 TEXTURA. Las propiedades de textura se refieren a la deformación, desintegración y flujo del alimento bajo la aplicación de una fuerza.⁶¹ Desde el punto de vista de la evaluación sensorial, la textura es aquella que se detecta con el tacto, vista y oído cuando el alimento sufre una deformación.^{59, 60}

Debido a que son diferentes sentidos los que permiten evaluar la textura de un alimento, es más fácil referirse a los atributos que describen la textura a únicamente decir la textura del alimento.^{59, 60} Así, un alimento se puede describir con características de textura como blando, duro, crujiente, jugoso, o que su estructura presenta una cohesividad, adhesividad, fibrosidad, granulosidad, harinosidad, tersura o aspereza.^{59, 61}

Los atributos de textura de la carne se han estimado por métodos instrumentales o por evaluaciones sensoriales con jueces entrenados; al respecto, los jueces han sido los mejores descriptores de las características texturales de la carne y productos cárnicos.^{59, 60} En la evaluación sensorial se debe evaluar al alimento en diferentes etapas. La primera sensación se recomienda que sea con el tacto, para posteriormente masticar y deglutir el alimento, evaluando las características pertinentes, además del sabor de persistencia o resabio que deja el alimento en la boca. En este punto es importante indicar que el juez debe saber exactamente qué características debe valorar al hacer la prueba, ya que se podrían obtener un sinnúmero de características de textura para un solo alimento en una sesión.⁵⁹

Los métodos instrumentales de evaluación de textura pueden clasificarse en tres: fundamentales, imitativos y empíricos. Los métodos fundamentales se enfocan a definir el comportamiento reológico del alimento estableciendo las ecuaciones que rigen dicho comportamiento. Estos métodos no han mostrado una alta correlación con las evaluaciones sensoriales.^{59, 60, 61}

Los instrumentos imitativos tratan de simular la acción de los dedos, manos, dientes o de la boca, a fin de deformar el alimento para determinar su textura.^{59, 61}

Los métodos empíricos son los más empleados y se basan en la aplicación de un esfuerzo para medir la respuesta del alimento. El esfuerzo aplicado puede ser una compresión, corte, punción, extrusión, flexión o tensión. La interpretación de resultados es empírica; sin embargo, las correlaciones con evaluaciones sensoriales suelen ser altas. La conveniencia de usar estos métodos es su rapidez en comparación con los métodos fundamentales. Los instrumentos más empleados en estas pruebas empíricas en el área de cárnicos son la máquina probadora universal Instron y la prensa Warner-Bratzler.^{58, 59, 61}

2.4.1.3 OLOR. El olor es una característica sensorial identificada por el sentido del olfato, la nariz percibe la presencia de sustancias volátiles liberadas por los alimentos. Cada alimento tiene un olor característico o *sui generis*, pero dentro de cada alimento en específico se pueden identificar olores especiales que definen el olor que se desprende de ellos.⁵⁹

La diversidad de olores desprendidos por los alimentos no ha permitido establecer una clasificación, por lo que en cada evaluación sensorial hay que definir los olores más apropiados que describan al alimento en cuestión.⁵⁹

2.4.1.4 AROMA. El aroma de un alimento se percibe cuando las sustancias olorosas o aromáticas entran en contacto con las mucosas del paladar y la faringe, y llegan a los sensores del olfato. Además el aroma se considera como uno de los principales componentes del sabor en alimentos.⁵⁹

En las evaluaciones sensoriales hay que tener cuidado con los aromas, ya que el consumo frecuente de alimentos irritantes no permitirá que se evalúe esta característica.⁵⁹

2.4.1.5 GUSTO Y SABOR. El gusto se detecta por medio de la lengua, y se identifica por un sabor que puede ser ácido, dulce, salado o amargo, o bien puede haber una combinación de dos o más de estos sabores básicos.⁵⁹

El sabor es la combinación de las propiedades de olor, aroma y gusto. Lo que diferencia a un alimento de otro en realidad es el sabor y no el gusto, ya que si no se cuenta con el sentido de la vista y se realiza una evaluación, el gusto únicamente determinaría si el alimento es amargo, dulce o salado y con el olor y aroma se definiría cual es el alimento que se está evaluando.⁵⁹

Al igual que el aroma, el sabor es *sui generis* para cada alimento, por lo que no se ha clasificado; sin embargo, el perfil de cada alimento puede elaborarse de acuerdo con la naturaleza del mismo.⁵⁹

Al realizar el perfil de sabor de un alimento hay que tomar en cuenta la persistencia del sabor, conocida con los nombres de deajo, regusto o resabio, ya que la aceptabilidad por parte del

consumidor puede ser buena por el sabor del alimento al probarlo, pero la persistencia del sabor puede ser desagradable, provocando que exista un rechazo de ese alimento por parte del consumidor.^{57, 59}

2.4.2 COMPONENTES DE LA EVALUACION SENSORIAL

2.4.2.1 JUECES. Como se mencionó anteriormente, los jueces son los protagonistas de una evaluación sensorial; sin embargo, hay que definir que tipo de juez es el más útil y adecuado en la evaluación de un alimento.^{57, 58, 59}

El juez es aquel individuo dispuesto a realizar una prueba para evaluar un alimento, valiéndose de su capacidad perceptiva de uno o varios de sus sentidos.⁵⁷ Hay que considerar que el número de jueces empleados en una evaluación sensorial depende del tipo de juez, ya que se distinguen tres tipos principales de jueces.⁵⁹

1. Existe el juez experto, que es una persona con una experiencia muy amplia en probar un determinado tipo de alimento y que posee una gran sensibilidad para distinguir entre muestras y características del alimento.⁵⁹
2. El juez entrenado es aquella persona que posee cierta habilidad para la detección de algunos parámetros sensoriales; generalmente recibe una preparación teórica y práctica para saber exactamente la escala en la que va a medir el parámetro sensorial del alimento en prueba.^{57, 58, 59}
3. El juez consumidor, a diferencia de los dos anteriores, es el que da su punto de vista sobre un alimento sin efectuar evaluaciones periódicas o tener relación con la forma de procesamiento del alimento, Este tipo de juez proporciona al investigador datos sobre el nivel de agrado o aceptación del producto dando una opinión propia y en ocasiones única sobre el alimento que evalúa.^{57, 59}

2.4.2.2 AREA DE PRUEBA. El medio ambiente donde se realiza la evaluación sensorial es muy importante, ya que la interrelación de factores que desvía la forma de percepción del juez puede provocar un sesgo en la investigación, proporcionando datos incorrectos de las características evaluadas en el alimento.^{57, 59}

La capacidad de percepción de los jueces se puede mantener en un espacio físico que reúna las siguientes características :

- a) El área de preparación de las muestras debe ser independiente del área de evaluación.
- b) El silencio en ambas áreas es importante para evitar la distracción de los jueces.

- c) La independencia entre jueces es básica para asegurar que los juicios emitidos en las evaluaciones sean individuales y opiniones de comentarios entre ellos.
- d) La temperatura y humedad relativa del área deben ser agradables y constantes (20 °C y 55 a 60% de humedad relativa).
- e) La comodidad de las sillas, altura y espacio en la mesa son imprescindibles.
- f) La coloración de las paredes debe ser neutra, se recomiendan colores crema o gris claro en pintura mate.
- g) La iluminación tiene que ser lo más natural posible o similar a la luz del día, hay que evitar luces fluorescentes.
- h) Deben evitarse los olores provenientes del área de preparación o cualquier otro olor que distraiga la evaluación del juez.
- i) Los jueces deben contar con una sustancia para enjuagarse la boca y algún recipiente o lavabo para escupir. ^{57, 59}

2.4.2.3 MUESTRAS. Las muestras que se proporcionan al juez para su evaluación deben servirse a la temperatura a la cual se acostumbra consumir el alimento. Las carnes cocidas por lo general se cocinan hasta los 70 °C y se colocan en un baño de temperatura constante entre los 50 y 60 °C. La proporción de la muestra está limitada por la cantidad disponible de material experimental. ⁵⁹

2.4.3 PRUEBAS DE EVALUACION SENSORIAL

En la evaluación sensorial de los alimentos siempre se tiene una finalidad; de acuerdo con esto se aplica un tipo de prueba u otro. Las pruebas de evaluación sensorial pueden ser afectivas, discriminativas y descriptivas. ^{57, 58, 59}

Las pruebas afectivas pueden realizarse con jueces consumidores, en ellas el juez expresa su reacción de gusto o disgusto ante el producto. Estas pruebas presentan una gran variabilidad en las respuestas personales que proporciona cada juez. El enfoque principal de estas pruebas es saber si el consumidor desearía adquirir el producto o no. Las pruebas afectivas que se realizan son de preferencia, de medición de grado de satisfacción y las de aceptación. ^{57, 59}

Las pruebas discriminativas tratan de establecer las diferencias existentes entre muestras sin importar la sensación que produce el alimento a un juez. Los jueces que se emplean en este tipo de pruebas son entrenados, ya que estos cuenta con la capacidad de indicar cual es la magnitud de la diferencia entre muestras evaluadas. Las pruebas discriminativas más empleadas son la

prueba de comparación apareada simple, la triangular, la dúo-trío, comparaciones apareadas de Scheffé, comparaciones múltiples y pruebas de ordenamiento.^{57, 58, 59}

Las pruebas descriptivas se enfocan en la definición de las propiedades del alimento procurando que la medición sea lo más objetiva posible. Aquí no son importantes los puntos de vista personales de cada juez, ni interesa la diferencia entre muestras, sino que la intensidad de los parámetros de la muestra es lo más importante. En este tipo de pruebas se emplean jueces entrenados. Los tipos de pruebas descriptivas son la calificación con escalas no estructuradas, con escalas de intervalo, con escalas estándar, proporcional, medición de atributos sensoriales con respecto al tiempo, determinación de perfiles sensoriales y relaciones psicofísicas.^{57, 59}

3. CARACTERÍSTICAS DE LAS RAZAS DE OVINOS PELIBUEY, RAMBOUILLET Y SUFFOLK.

Los ovinos son de los primeros animales que domesticó el hombre debido principalmente a su docilidad y a la diversidad de productos que de ellos pueden obtenerse (carne, lana, leche y cuero) y que fueron sin duda los factores que indujeron al hombre a la explotación de estos animales para la obtención de satisfactores.^{4, 6, 9, 10}

Las razas ovinas hasta el momento se han clasificado según su origen, su aplicación y sobre todo por la finura y longitud de la lana que producen. Las razas ovinas también se han clasificado como razas de lana, carne y para otros propósitos, aunque en algunos países la mayoría de las razas se destinan para doble propósito. De acuerdo con esto, se han identificado en cada grupo las siguientes razas:

- a) Razas laneras: se identifican por ejemplo a las razas Merino y Rambouillet como productores de lana fina, los animales presentan una conformación angulosa y se desarrollan más lentamente que otras razas.⁴
- b) Razas carniceras: se destacan las razas Suffolk, Hampshire y Southdown, éstas producen lana fina de longitud media, se caracterizan por una conformación robusta y maciza que le ayuda al engrasamiento para la producción de carne.⁴

El conocer las características de las razas más comunes permite predecir el tipo de animales que resultan de las cruces de éstas. Las razas Rambouillet y Suffolk son reconocidas en la industria de la carne de ovino por los rendimientos que presentan las canales y por la calidad

de su carne. Además, la cruce de animales no especializados para la producción de carne con animales especializados es una forma de obtener mayores rendimientos en carne. ⁴

En la Fig. 4 se muestran las partes externas del ovino, útiles para revisar las características en el animal vivo. Y a continuación se presentan las características más importantes que tienen las razas que se estudiaron en el presente trabajo.

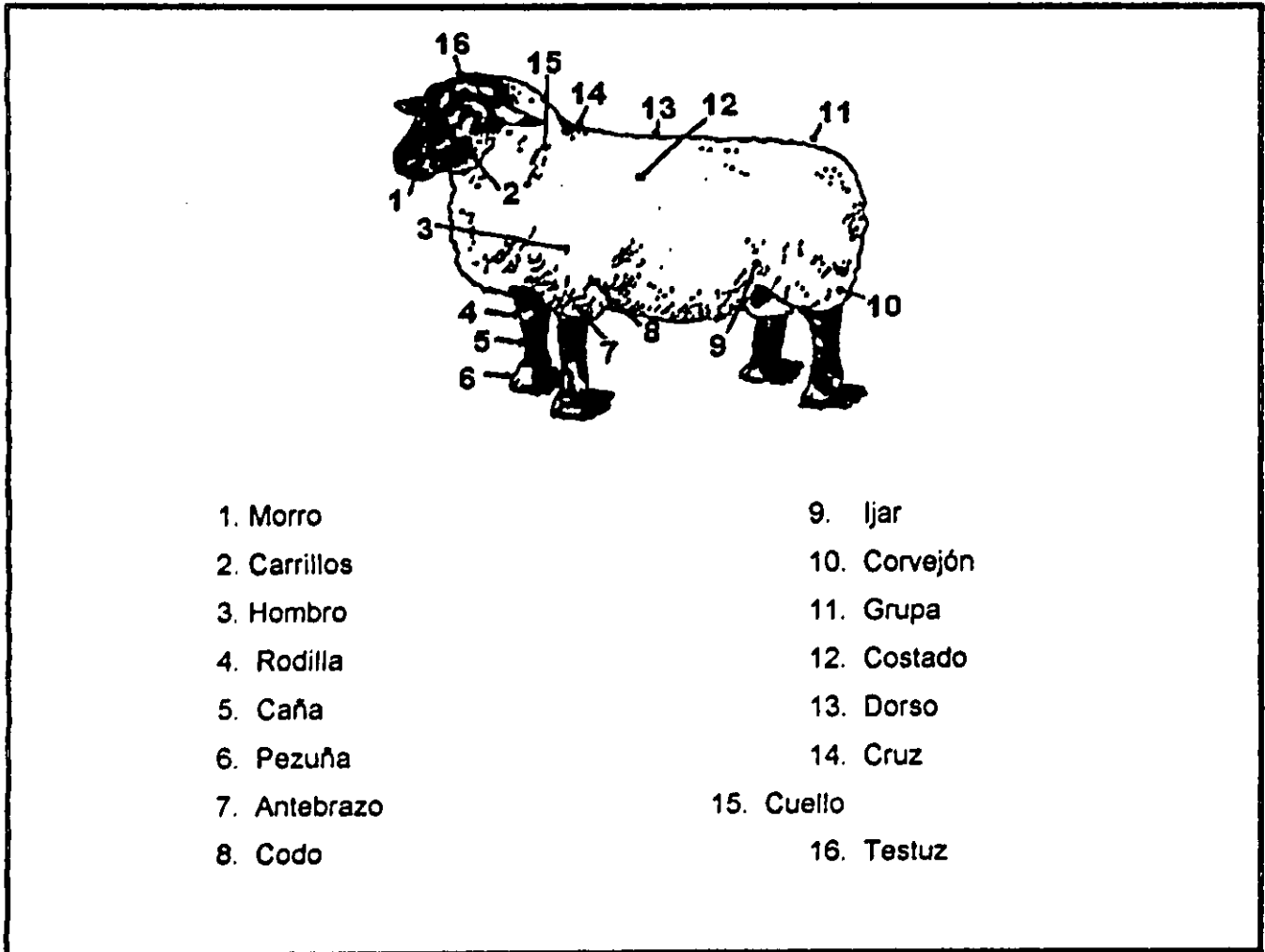


Figura 4. Regiones externas del ovino ⁶²

3.1 RAMBOUILLET

Esta raza tiene una gran difusión en el Norte de México y en los Estados Unidos, es descendiente del Merino Español. Se desarrolló en la región de Rambouillet, Francia, y llegó a tener un tamaño promedio mayor que el Merino Español. El ovino Rambouillet en México deriva de las variedades lisas y más grandes del tipo C de los Vermont y de los Ohio o Delaine.

Es una raza de doble propósito (lana y carne). Produce un excelente vellón de lana fina, suave, rizada y apta para todo tipo de vestimentas, como se puede observar en la Fig. 5. ^{4, 6, 9, 10, 13}

Los Rambouillet modernos son ovinos grandes, rústicos y de crecimiento lento; su conformación resulta aceptable para carne, aunque no igual a las razas con esa aptitud. El macho presenta cuernos y la hembra es acorne. Tiene la cara destapada cubierta de pelo, las orejas son de tamaño medio están recubiertas de pelo corto de color cremoso, y el morro y la piel son rosadas. ^{4, 6, 9, 10, 13}

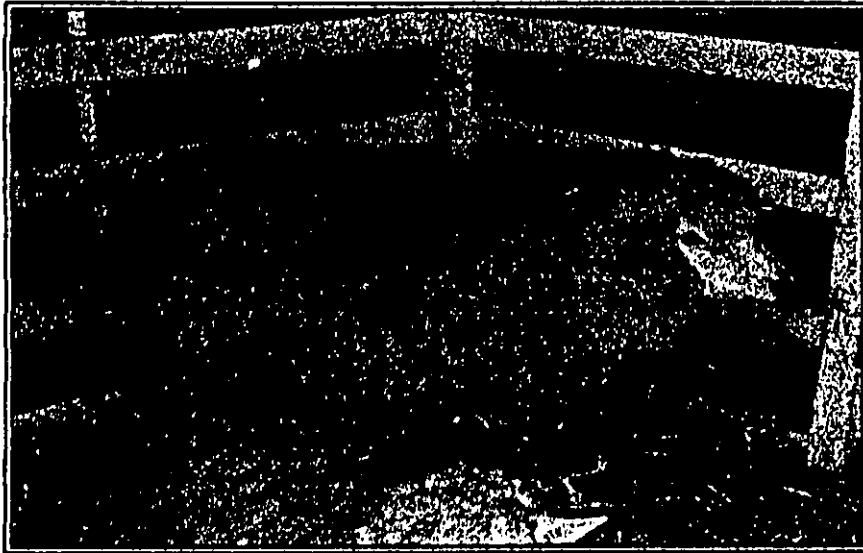


Figura 5. Ovino de la raza Rambouillet

La lana de esta raza es blanca y fina de 18 a 26 micras, ausente de fibras meduladas y bien rizada; posee vellón denso y pezuñas blancas, así como un fuerte instinto gregario y una fertilidad media comparado con la mayoría de razas (80 - 85%). El peso corporal de los machos es de 86 - 136 kg y de las hembras de 64 - 82 kg. ^{4, 6, 10, 13} Es de prolificidad media (90 - 130%) con una estación de cría amplia que permite a las ovejas parir en otoño y primavera; su velocidad de crecimiento es de 200 a 300 g por día. Se le ha considerado como un animal longevo que se ha adaptado a condiciones semiáridas y climas extremos. ^{4, 6, 9, 10, 13}

3.2 SUFFOLK

La Suffolk es una raza británica que proviene de la Región Sudeste de Inglaterra. Se originó por cruzamientos de cameros caras negras Southdown con ovejas nativas denominadas Norfolk, que fueron descritas como salvajes, rústicas, de cara negra, con cuernos, de vellón liviano y

conformación defectuosa, pero con carne de buena textura y calidad. ^{4, 6, 9, 10, 13} En México se le considera como animal mejorador del ganado Criollo y como raza pura. Se emplea en cruzamientos como raza paterna para la producción de corderos muy engrasados, con buena calidad de la carne. ^{4, 10, 13} La cruce de Suffolk con la Southdown dio lugar en Nueva Zelanda a la raza South Suffolk, a menudo la canal de esta raza es castigada por su alto contenido de grasa. ^{9, 10, 13} Las características más atractivas de esta raza son su cara, orejas y patas muy negras, además de que su piel es gris o negra como se puede observar en la Fig. 6. ^{4, 6, 9, 10, 13}

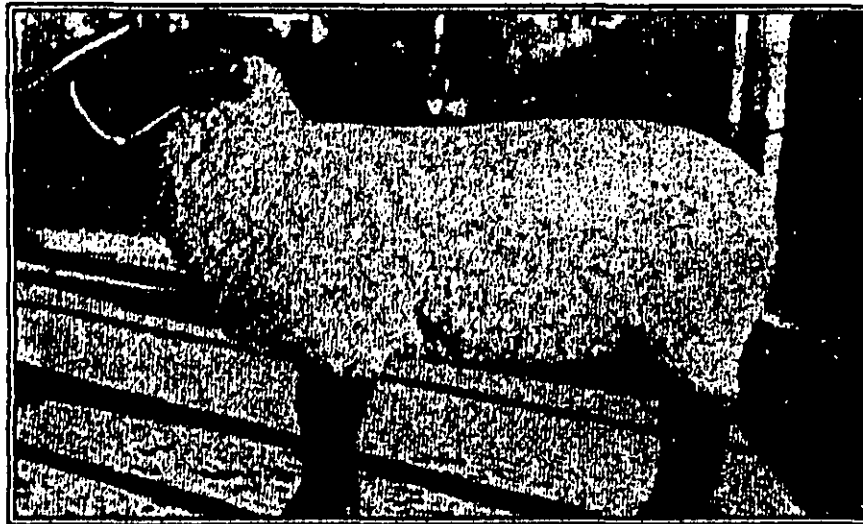


Figura 6: Ovino de la raza Suffolk

La cabeza y las orejas no tienen lana y el pelo de color negro se extiende hasta una línea por detrás de la base de las orejas. Los carneros y ovejas carecen de cuernos. ^{4, 6, 9, 10, 13} Los corderos nacen de color obscuro, y posteriormente van aclarando su vellón, aunque siempre mantienen fibras negras entreveradas. ^{4, 9, 10} Es una raza notable por su viveza y actividad. Tiene buena prolificidad (140 a 170%), posee buenas cualidades de apareamiento y de alta fertilidad (90-95%). Las ovejas son excelentes madres y buenas lecheras. ^{4, 6, 9, 10, 13}

Estos ovinos no se adaptan fácilmente a lugares áridos o semiáridos, pobres o de malas pasturas. El peso corporal de los machos es de 90 - 175 kg y de las hembras de 55 a 100 kg. ^{4, 13}

3.3 PELIBUEY

Se cree que tuvo su origen en África y que los ovinos Pelibuey llegaron a América en los barcos de esclavos, siendo desembarcados primero en Brasil y el Caribe, y después llevados a

Centroamérica y México. ^{1,6} Representan una importante alternativa de producción de carne, no sólo como raza pura sino también para usarlas como razas madres en cruzamientos con razas de climas templados. ^{1,6}

El Pelibuey es un ovinos de pelo tanto de clima templado como tropical, con color de pelo de gran variación, destacando el blanco, tostado, rojo, pinto y negro. Son acornes, su perfil es recto a ligeramente convexo, las orejas son cortas y se encuentran en posición horizontal. ^{1,6} El pelo es generalmente corto y grueso. Son de talla pequeña y cuerpos angostos. Todas las características antes mencionadas sobre la raza Pelibuey se pueden observar en la Fig. 7. ^{1,6}

Presentan una buena adaptabilidad a las altas temperaturas y al consumo de alimentos de baja calidad. Su comportamiento reproductivo es bueno, ya que su prolificidad es alta (130 - 180%) al igual que su fertilidad (90 - 100%) registrando con frecuencia partos gemelares. ^{1,6}



Figura 7. Ovino de la raza Pelibuey

Su precocidad y ciclos productivos son cortos. Las corderas alcanzan la pubertad alrededor de los 7 meses de edad, dependiendo de los sistemas de explotación la pubertad puede prolongarse hasta los 10 meses. Presentan normalmente un peso al nacer entre 2.1 y 3.4 kg. Los pesos en machos van de los 40 a 60 kg y en hembras de 35 a 40 kg. ^{1,6}

Al revisar las características se observa claramente que las razas Rambouillet y Suffolk tienen caracteres deseables que al presentarse el fenómeno de vigor híbrido, pueden contribuir a mejorar la raza Pelibuey en cuanto a las características carniceras.

OBJETIVOS

GENERAL

EVALUAR LA CALIDAD DE LA CARNE DE OVINOS DE RAZA PELIBUEY Y LA DE SUS CRUZAS CON RAMBOUILLET Y SUFFOLK.

PARTICULARES

- I. **Determinar el efecto en la composición química proximal de la carne de ovino Pelibuey y la de sus cruzas con Rambouillet y Suffolk.**
- II. **Determinar el efecto en la ternura de la carne de ovino Pelibuey y la de sus cruzas con Rambouillet y Suffolk.**
- III. **Determinar el efecto en las características sensoriales de la carne de ovino Pelibuey y la de sus cruzas con Rambouillet y Suffolk.**
- IV. **Evaluar las características tecnológicas de la carne de ovino Pelibuey y la de sus cruzas con Rambouillet y Suffolk, en relación con su potencial para la elaboración de productos cárnicos.**

HIPOTESIS

HIPOTESIS NULA

La crusa de ovinos Pelibuey con Rambouillet o Suffolk producirá una carne de igual calidad que la carne que presentan los Pelibuey puros.

HIPOTESIS ALTERNA

La crusa de ovinos Pelibuey con Rambouillet o Suffolk producirá una carne de diferente calidad que la carne que presentan los Pelibuey puros.

OBJETIVOS

GENERAL

EVALUAR LA CALIDAD DE LA CARNE DE OVINOS DE RAZA PELIBUEY Y LA DE SUS CRUZAS CON RAMBOUILLET Y SUFFOLK.

PARTICULARES

- I. Determinar el efecto en la composición química proximal de la carne de ovino Pelibuey y la de sus cruzas con Rambouillet y Suffolk.**
- II. Determinar el efecto en la ternura de la carne de ovino Pelibuey y la de sus cruzas con Rambouillet y Suffolk.**
- III. Determinar el efecto en las características sensoriales de la carne de ovino Pelibuey y la de sus cruzas con Rambouillet y Suffolk.**
- IV. Evaluar las características tecnológicas de la carne de ovino Pelibuey y la de sus cruzas con Rambouillet y Suffolk, en relación con su potencial para la elaboración de productos cárnicos.**

HIPOTESIS

HIPOTESIS NULA

La cruce de ovinos Pelibuey con Rambouillet o Suffolk producirá una carne de igual calidad que la carne que presentan los Pelibuey puros.

HIPOTESIS ALTERNA

La cruce de ovinos Pelibuey con Rambouillet o Suffolk producirá una carne de diferente calidad que la carne que presentan los Pelibuey puros.

METODOLOGIA

El presente trabajo se llevó a cabo en el Centro de Enseñanza Práctica, Investigación y Extensión en Pequeños Rumiantes (CEPIER) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y en el Laboratorio de Tecnología de Calidad de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, ambas instituciones de la Universidad Nacional Autónoma de México. La metodología empleada se muestra en la Fig. 8.

La evaluación de la calidad de la carne de ovinos de raza Pelibuey y de sus cruzas con Rambouillet y Suffolk al ser alimentados con bagazo de cítrico y ensilado de maíz, se desarrolló a partir de cuatro objetivos particulares básicos para describir las características químicas, tecnológicas y sensoriales.

El trabajo de investigación fue realizado a partir de la media canal derecha de los animales. La forma en que se comportaron los animales desde la etapa de su nacimiento y crecimiento hasta el sacrificio fue contemplado en un trabajo diferente a éste.

A continuación se describe cada una de las partes contenidas en la Fig. 8, marcando las condiciones y la forma de trabajo en cada una de ellas.

4.1 OBTENCION DE LAS MUESTRAS DE *Longissimus dorsi*

Para la realización de este trabajo se utilizaron 30 ovinos: 10 Pelibuey, 10 Pelibuey-Rambouillet y 10 Pelibuey-Suffolk, los cuales se distribuyeron aleatoriamente en grupos de 5 animales por corral para las dos diferentes dietas estudiadas.

La dieta A consistió en heno de avena, ensilado de maíz, pasta de soya y sales minerales. La dieta B consistió en el mismo tipo de alimentos que la A, pero incluyendo bagazo de cítrico en sustitución del ensilado de maíz.

Los animales empleados tuvieron un promedio de edad de 275 ± 37 días, y el tiempo de finalización al que estuvieron sometidos a la dieta descrita fue de 77 ± 23 días.

Los animales en estudio se sacrificaron al alcanzar un peso promedio de 35 ± 1.5 kg. Después del sacrificio las canales permanecieron a una temperatura entre 3 y 5 °C durante 24 h.

La media canal derecha de un ovino Pelibuey - Rambouillet de donde se diseccionó el *Longissimus dorsi* se muestra en la Fig. 9.

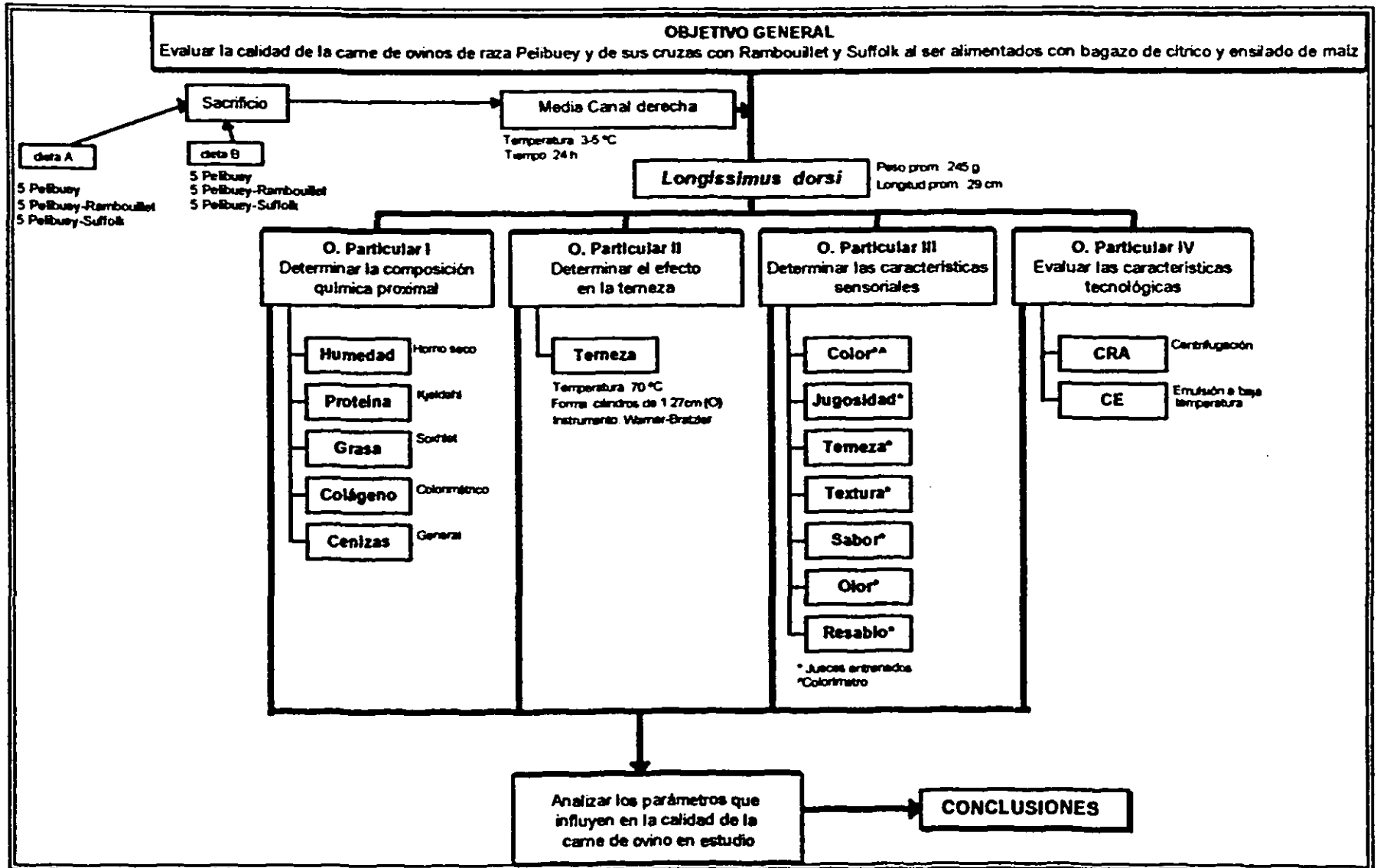


Figura 8. Cuadro metodológico general



Figura 9. Media canal derecha de ovino Pellibuey - Rambouillet

Teniendo la media canal derecha, se realizó el corte del lomo entre la 10ª y 11ª vértebra torácica y la 4ª y 5ª vértebra lumbar, como se muestra en la Figura 10.

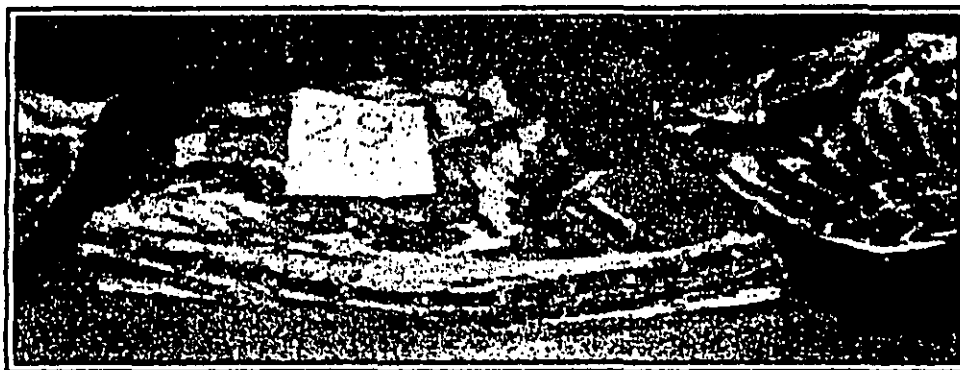


Figura 10: Corte entre la 10ª y 11ª vértebra torácica y la 4ª y 5ª vértebra lumbar de una media canal derecha de un ovino en estudio

Posteriormente, el corte se limpió de hueso y grasa (ver Figura 11) para obtener el *Longissimus dorsi* de donde se realizaron los análisis pertinentes

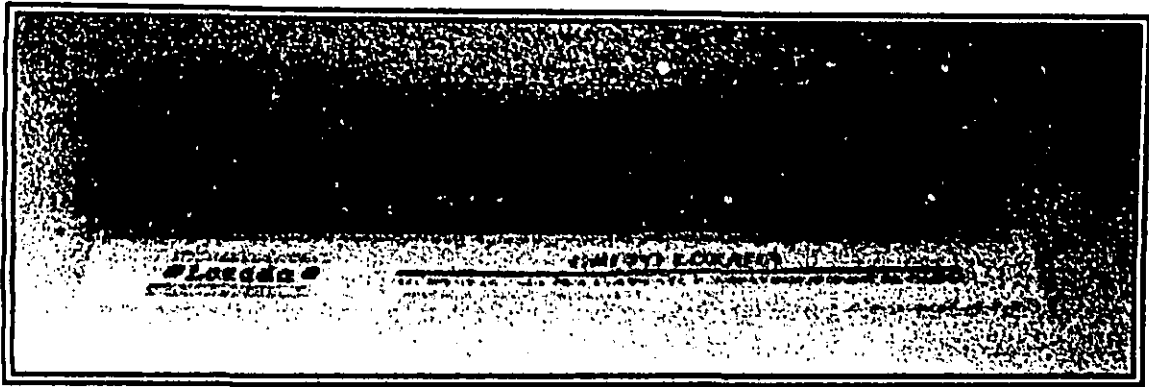


Figura 11. Músculo *Longissimus dorsi* de una media canal derecha de ovino en estudio

El lomo, que midió en promedio 29 cm, se seccionó de la siguiente manera a fin de realizar los análisis de calidad:

- a) 10 cm del extremo lumbar hacia el centro se utilizaron para los análisis químicos.
- b) 10 cm del extremo torácico hacia el centro se utilizaron para determinar las propiedades tecnológicas y medición instrumental de color.
- c) Los 5 cm centrales para la prueba objetiva de terneza.
- d) Las 2 chuletas intermedias entre los extremos y el centro para la evaluación sensorial; cada chuleta midió 2.5 cm de grosor.

4.2 ANALISIS QUIMICOS

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 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta su uso. Para cada análisis químico se emplearon 60 muestras.

Análisis químicos

El porcentaje de proteína fue determinado por el método de Kjeldahl;⁶³ la humedad, por el método del horno seco;⁶³ la grasa, por el método Soxhlet (extracción con solvente);⁶³ 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);⁶³ y las cenizas, por el método general.⁶³

4.3 MEDIDA OBJETIVA DE TERNEZA

Preparación de la muestra

La porción central del lomo fue cocinada en una parrilla eléctrica hasta que en el interior de la pieza alcanzara una temperatura de 70 ± 1 °C.⁶⁴ Después de su cocción se dejó enfriar a temperatura ambiente por 2 horas, al cabo de las cuales se procedió a cortar cubos de 1.27 cm de ancho de las muestras, tomando muy en cuenta que la orientación de las fibras musculares fuera paralela a la longitud del cubo (se utilizaron los cortadores del Warner-Bratzler). Para esta prueba se emplearon 180 muestras.

Medición objetiva de terniza

Cada uno de los cubos se analizó usando una máquina cortadora Warner-Bratzler, con la cual se midió la cantidad de fuerza requerida para cortar cada cubo por la mitad.

4.4 EVALUACION SENSORIAL

Preparación de la muestra

Las chuletas de 2.5 cm del lomo fueron cocinadas en una parrilla eléctrica hasta que en el interior de la pieza se alcanzó una temperatura de 70 ± 1 °C.⁶⁴ Las chuletas aún calientes se cortaron en trozos y se colocaron 2 trozos en pequeños platos de color blanco (para no desviar la atención del juez) que se les dio a los jueces. Se emplearon 140 muestras.

Evaluación sensorial

El área física de la prueba de evaluación se acondicionó con una mampara móvil, para lograr la independencia entre jueces. Además, se tomaron en cuenta las especificaciones del área física para llevar a cabo una evaluación sensorial.^{57, 59}

En la evaluación sensorial se utilizó un grupo de 5 jueces entrenados, a los cuales se les proporcionaron las muestras de estudio para su evaluación, junto con un cuestionario para que

describieran en una escala hedónica de 8 puntos las características sensoriales de la carne de ovino.

Las características sensoriales evaluadas por los jueces fueron:

- a) color,
- b) jugosidad,
- c) terneza,
- d) textura: grasosa, maleable, masticable, adherible, fibrosa,
- e) sabor: a hígado de res, grasoso, dulce, salado,
- f) olor: a carne cruda, a carne cocida, a sangre, dulce,
- g) resabio: amargo, a carne cocida o seco.

El formato del cuestionario aplicado a los jueces se muestra en el anexo A. Recibidos los cuestionarios la escala hedónica se transformó a numérica. La escala hedónica se dividió en ocho segmentos iguales y se asignó el valor numérico consecutivo en la escala. Posteriormente, conociendo la escala numérica se obtuvo de cada uno de los cuestionarios el valor numérico que correspondía a la respuesta del juez para cada característica sensorial. Así, valores cercanos a 1 mostraron poca intensidad de la característica sensorial evaluada y valores cercanos a 8 mostraron una intensidad pronunciada de la característica.

4.5 MEDICION INSTRUMENTAL DE COLOR

Preparación de la muestra

Cinco cm del extremo torácico del lomo fueron cocinados en una parrilla eléctrica hasta que en el interior de la pieza se alcanzara una temperatura de 70 ± 1 °C. ⁶⁴ Las chuletas frías se colocaron en una charola para realizar la medición. Se emplearon 60 muestras en esta prueba.

Medición Instrumental de color

El colorímetro se calibró empleando la escala de medición Hunter L, a, b. Calibrado el colorímetro, se colocó el cañón de medición sobre cada una de las muestras para realizar las lecturas correspondientes de HL (tonalidad), a (intensidad) y b (brillantez).

4.6 CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS

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 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta su uso. Se emplearon 60 muestras.

Características tecnológicas

Las propiedades tecnológicas de CRA (capacidad de retención de agua) se determinó por el método de Grau-Hamm por centrifugación.^{47, 65} La CE (capacidad de emulsificación) se determinó por el método de formación de una emulsión a baja temperatura.^{47, 65}

4.7 ANALISIS ESTADISTICOS

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.⁶⁶

RESULTADOS

5.1 ANÁLISIS QUÍMICOS

El primer objetivo particular se refiere al análisis químico proximal, del cual 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 valores del análisis de varianza de los componentes químicos de la carne de los grupos raciales P, PR y PS se muestran en el Cuadro A del anexo 2. Los efectos de dieta, interacción grupo racial x dieta e interacción grupo racial x dieta x sexo no presentaron significancia ($p > 0.05$).

5.1.1 EFECTO DE GRUPO RACIAL

Al hacer la comparación entre la raza P y sus cruzas (PR y PS), se encontró que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) para los porcentajes de humedad, grasa y colágeno. Las medias y la desviación estándar para cada grupo racial se muestran en el Cuadro 8.

Cuadro 8. 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 ^a	74.37 \pm 1.04 ^{ab}	74.75 \pm 0.83 ^b
Proteína	20.86 \pm 0.44	20.81 \pm 0.49 ^a	21.06 \pm 0.36 ^a	20.72 \pm 0.41 ^a
Grasa	4.17 \pm 0.88	4.46 \pm 1.04 ^b	4.03 \pm 0.87 ^a	4.02 \pm 0.69 ^a
Colágeno	0.029 \pm 0.01	0.039 \pm 0.01 ^b	0.028 \pm 0.02 ^a	0.021 \pm 0.007 ^a
Cenizas	0.58 \pm 0.49	0.75 \pm 0.53 ^a	0.51 \pm 0.51 ^a	0.48 \pm 0.39 ^a

^{a, b}: 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.

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 este 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 cruza (PR y PS).

5.1.2 EFECTO DE SEXO

Las medias y la desviación estándar para cada sexo se muestran en el Cuadro 9. 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.

Cuadro 9. 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 ^a	74.58 \pm 0.76 ^b
Proteína	20.94 \pm 0.44 ^a	20.80 \pm 0.44 ^a
Grasa	4.65 \pm 1.16 ^b	3.81 \pm 0.26 ^a
Colágeno	0.023 \pm 0.007 ^a	0.034 \pm 0.02 ^b
Cenizas	0.34 \pm 0.35 ^a	0.76 \pm 0.50 ^b

^{a,b}: 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.

El contenido de grasa presentó una diferencia marcada, ya que las hembras presentaron un 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. El contenido de proteína no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$) entre machos y hembras.

5.1.3 EFECTO DE INTERACCION 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, que el contenido de grasa y cenizas varió tanto por el grupo racial al que pertenece como por el sexo. Las medias y la desviación estándar para esta interacción se muestran en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Media (\pm desviación estándar) del porcentaje de grasa y cenizas de la carne de los grupos raciales Pellibuey (P), Pelibuey-Rambouillet (PR) y Pelibuey-Suffolk (PS) que presentaron interacción grupo racial x sexo

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

^{a,b}: 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.

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.

5.1.4 EFECTO DE INTERACCION 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, que 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 11.

Cuadro 11. 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 x sexo

Interacción			Proteína
Dieta	x	Sexo	%
A		H	21.19 \pm 0.40 ^b (n = 14)
A		M	20.65 \pm 0.32 ^a (n = 16)
B		H	20.79 \pm 0.45 ^a (n = 12)
B		M	20.94 \pm 0.49 ^{ab} (n = 18)

^{a,b}: literales diferentes indican las diferencias significativas de las medias ($p < 0.05$).

A: heno de avena, pasta de soya, sales minerales y ensilado de malz.

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.

5.2 TERNEZA

El segundo objetivo particular se refiere a la medición objetiva de ternera, de la cual los resultados promedio obtenidos comparando la raza P con sus cruza PR y PS se presentan a continuación. Es importante mencionar que un valor de fuerza de corte pequeño significa que existe una mayor ternera. Los valores del análisis de varianza de la ternera de la carne de los grupos raciales P, PR y PS se muestran en el Cuadro B del anexo 2. Los efectos de dieta, interacción grupo racial x dieta e interacción dieta x sexo no presentaron significancia ($p > 0.05$).

5.2.1 EFECTO DE GRUPO RACIAL

Al hacer la comparación entre la raza P y sus cruza (PR y PS), se encontró que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) para la temeza de la carne. Las medias y la desviación estándar para cada grupo racial se muestran en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Media (\pm desviación estándar) de temeza de la carne de los grupo raciales Pelibuey (P), Pelibuey-Rambouillet (PR) y Pelibuey-Suffolk (PS)

Grupo racial	n	Fuerza de corte (kg) ^a
P	60	3.12 \pm 0.96 ^c
PR	60	2.77 \pm 0.79 ^a
PS	60	3.00 \pm 1.03 ^b
Promedio		2.96 \pm 1.03

^{a, b, c}: literales diferentes indican las diferencias significativas de las medias ($p < 0.05$).

^a: fuerza de corte en Warner – Bratzler.

n: número de muestras empleadas para la prueba de temeza por grupo racial.

La raza P fue la que presentó una mayor fuerza de corte y por lo tanto una menor temeza en comparación con las cruza (PR y PS). De las cruza, la PR presentó la menor fuerza de corte y, por lo tanto, una mayor temeza, en comparación con la PS.

5.2.2 EFECTO DE SEXO

Las medias y la desviación estándar para cada sexo se muestran en el Cuadro 13. Al comparar entre machos y hembras, se encontró que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) para la temeza de la carne.

Cuadro 13. Media (\pm desviación estándar) de temeza de la carne de los grupo raciales Pelibuey (P), Pelibuey-Rambouillet (PR) y Pelibuey-Suffolk (PS) por sexo

Sexo	n	Fuerza de corte (kg) ^a
Hembras	78	2.56 \pm 0.82 ^a
Machos	102	3.28 \pm 0.91 ^b
Promedio		2.91 \pm 1.09

^{a, b}: literales diferentes indican las diferencias significativas de las medias ($p < 0.05$).

^a: fuerza de corte en Warner – Bratzler.

n: número de muestras empleadas para la prueba de temeza por sexo.

La fuerza de corte de la carne que presentaron las hembras fue menor en comparación con la que presentaron los machos; es decir, que las hembras presentaron una carne con mayor ternera que los machos.

5.2.3 EFECTO DE INTERACCION GRUPO RACIAL X SEXO

Al hacer la comparación entre grupo racial y sexo se detectó un efecto de interacción ($p < 0.05$) para la ternera de la carne; es decir, que la ternera de la carne varió tanto por el grupo racial al que pertenecía el animal como por el sexo. Las medias y la desviación estándar para esta interacción se muestran en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Media (\pm desviación estándar) de ternera de la carne de los grupos raciales Pellibuey (P), Pellibuey-Rambouillet (PR) y Pellibuey-Suffolk (PS) que presentaron interacción grupo racial x sexo

Interacción		Fuerza de corte
Grupo racial	x Sexo	(kg) ^a
P	H	2.43 \pm 1.12 ^a (n = 18)
P	M	3.42 \pm 0.71 ^b (n = 42)
PR	H	2.89 \pm 0.71 ^{ab} (n = 36)
PR	M	2.59 \pm 0.88 ^{ab} (n = 24)
PS	H	2.14 \pm 0.43 ^a (n = 24)
PS	M	3.57 \pm 0.91 ^b (n = 36)

^{a,b}: Literales diferentes indican las diferencias significativas de las medias ($p < 0.05$).

^a: fuerza de corte en Warner – Bratzler.

M: macho, H: hembra

n: número de muestras empleadas por grupo comparativo.

De los resultados de la interacción para ternera se observó que la carne de machos P y PS no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$), además fueron los que mayor fuerza de corte tuvieron o menor ternera. Las hembras de P y PS presentaron la menor fuerza de corte en su carne o mayor ternera en comparación con los machos de su respectivo grupo racial. En la cruce PR, la ternera de la carne no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$) entre machos y hembras.

5.2.4 EFECTO DE INTERACCION GRUPO RACIAL X DIETA X SEXO

Al comparar los datos entre grupo racial, dieta y sexo se detectó un efecto de interacción significativa ($p < 0.05$) para la ternura de la carne; es decir, que la ternura de la carne dependió tanto del grupo racial como de la dieta y su sexo. Las medias y la desviación estándar para esta interacción se muestran en el Cuadro 15.

De los resultados de la interacción para fuerza de corte se observó que la carne de las hembras de la raza P y dieta A presentaron la menor fuerza de corte y, por lo tanto, la mayor ternura. De la cruce PR, machos de ambas dietas y hembras de la dieta B, así como de la cruce PS, hembras de ambas dietas no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre sí ni con hembras PR de la dieta A y ambos sexos de P de la dieta B. Los machos de raza P, dieta A y los machos de la cruce PS de ambas dietas no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre sí ni con ambos sexos de P de la dieta B y hembras PR de la dieta A. La ternura de esta carne fue la menor ya que registraron la fuerza de corte más grande. Machos y hembras de raza P de ambas dietas y las hembras de la cruce PR de dieta A no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$).

5.3 EVALUACIÓN SENSORIAL

El tercer objetivo particular se refiere a la evaluación sensorial, de la cual los resultados promedio obtenidos para las características, comparando la raza P con sus cruces PR y PS, se presentan a continuación.

Los valores del análisis de varianza de las características sensoriales de la carne de los grupos raciales P, PR y PS se muestran en los Cuadros C1, C2, C3 y C4 del anexo 2. Los efectos de dieta, sexo e interacción dieta x sexo no presentaron significancia ($p > 0.05$).

5.3.1 EFECTO DE GRUPO RACIAL

Al hacer la comparación entre la raza P y sus cruces (PR y PS), se encontró que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) para las características sensoriales de color y ternura. Las medias y la desviación estándar para cada grupo racial se muestran en el Cuadro 16.

La carne de los grupos raciales P y PR presentaron el mismo color, siendo este más intenso (en tonalidades marrón) que el color de la carne de la cruce PS.

La cruce PS presentó una menor ternura en su carne en comparación con la carne de PR; la ternura de la carne de P no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$) con PR y PS.

Cuadro 15. Media (\pm desviación estándar) de tereza de la carne de los grupos raciales Pelibuey (P), Pelibuey-Rambouillet (PR) y Pelibuey-Suffolk (PS) que presentaron interacción grupo racial x dieta x sexo

Grupo racial	Interacción			Fuerza de corte (kg)*	
	x	Dieta	x		Sexo
P		A		H	1.60 \pm 0.09 ^a (n = 6)
P		A		M	3.63 \pm 0.48 ^c (n = 24)
P		B		H	2.85 \pm 1.17 ^{bc} (n = 12)
P		B		M	3.13 \pm 0.88 ^{bc} (n = 18)
PR		A		H	3.08 \pm 0.70 ^{bc} (n = 24)
PR		A		M	2.63 \pm 0.23 ^b (n = 6)
PR		B		H	2.52 \pm 0.61 ^b (n = 12)
PR		B		M	2.57 \pm 1.01 ^b (n = 18)
PS		A		H	2.14 \pm 0.30 ^b (n = 12)
PS		A		M	3.53 \pm 0.56 ^c (n = 18)
PS		B		H	2.14 \pm 0.55 ^b (n = 12)
PS		B		M	3.62 \pm 1.18 ^c (n = 18)

^{a,b,c}: literales diferentes indican las diferencias significativas de las medias ($p < 0.05$).

*: fuerza de corte en Warner – Bratzler.

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.

Cuadro 16. Media (\pm desviación estándar) de las características sensoriales de la carne de los grupos raciales Pellibuey (P), Pellibuey-Rambouillet (PR) y Pellibuey-Suffolk (PS)

Característica sensorial*	Promedio	Grupo racial P (n = 49)	Grupo racial PR (n = 45)	Grupo racial PS (n = 45)
Color	4.48 \pm 1.26	4.78 \pm 1.21 ^b	4.63 \pm 1.20 ^b	4.02 \pm 1.23 ^a
Jugosidad	4.08 \pm 1.36	4.12 \pm 1.48 ^a	4.23 \pm 1.20 ^a	3.90 \pm 1.37 ^a
Termeza	4.48 \pm 1.64	4.54 \pm 1.43 ^{ab}	5.15 \pm 1.52 ^b	3.74 \pm 1.64 ^a
Textura				
Grasosa	1.58 \pm 0.54	1.47 \pm 0.47 ^a	1.72 \pm 0.55 ^a	1.54 \pm 0.57 ^a
Maleable	4.11 \pm 1.44	4.26 \pm 1.49 ^a	4.17 \pm 1.30 ^a	3.90 \pm 1.50 ^a
Masticable	4.55 \pm 1.35	4.90 \pm 1.21 ^a	4.71 \pm 1.22 ^a	4.05 \pm 1.45 ^a
Adherible	2.01 \pm 1.14	2.16 \pm 1.19 ^a	2.06 \pm 1.08 ^a	2.29 \pm 1.21 ^a
Fibrosa	3.24 \pm 1.28	3.23 \pm 1.17 ^a	2.79 \pm 1.43 ^a	3.69 \pm 1.03 ^a
Sabor				
Hígado de res	2.60 \pm 1.42	2.79 \pm 1.54 ^a	2.68 \pm 1.48 ^a	2.32 \pm 1.17 ^a
Grasoso	1.54 \pm 0.57	1.53 \pm 0.60 ^a	1.60 \pm 0.60 ^a	1.48 \pm 0.50 ^a
Dulce	1.29 \pm 0.80	1.35 \pm 0.55 ^a	1.27 \pm 1.02 ^a	1.26 \pm 0.75 ^a
Salado	1.07 \pm 0.79	1.13 \pm 0.80 ^a	1.14 \pm 0.76 ^a	0.94 \pm 0.79 ^a
Olor				
Carne cruda	3.42 \pm 1.76	3.74 \pm 1.74 ^b	2.84 \pm 1.82 ^b	3.67 \pm 1.55 ^b
Carne cocida	3.28 \pm 1.54	3.32 \pm 1.35 ^a	3.45 \pm 1.54 ^a	3.07 \pm 1.68 ^a
Sangre	3.28 \pm 1.61	3.61 \pm 1.50 ^a	2.75 \pm 1.69 ^a	3.47 \pm 1.50 ^a
Dulce	1.19 \pm 0.78	1.28 \pm 0.58 ^a	1.06 \pm 0.98 ^a	1.24 \pm 0.70 ^a
Resabio				
Amargo	1.12 \pm 0.92	1.32 \pm 0.96 ^a	1.09 \pm 0.90 ^a	0.96 \pm 0.87 ^a
Carne cocida	2.95 \pm 1.53	2.81 \pm 1.40 ^a	3.32 \pm 1.50 ^a	2.71 \pm 1.61 ^a
Seco	2.48 \pm 1.36	2.50 \pm 1.31 ^a	2.28 \pm 1.34 ^a	2.66 \pm 1.39 ^a

^{a, b}: literales diferentes en un mismo renglón indican las diferencias significativas de las medias ($p < 0.05$).

n: número de muestras analizadas para cada característica sensorial por grupo racial.

*: los valores de las características sensoriales están basados en la escala hedónica de 8 puntos, ver anexo 1.

5.3.2 EFECTO DE INTERACCION GRUPO RACIAL X DIETA

Al hacer la comparación entre grupo racial y dieta se detectó un efecto de interacción significativo ($p < 0.05$) únicamente para textura fibrosa; es decir, que la textura fibrosa varió tanto por

el grupo racial al que pertenece como por la dieta. Las medias y la desviación estándar para esta interacción se muestran en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Media (\pm desviación estándar) de textura fibrosa de la carne de los grupos raciales Pelibuey (P), Pelibuey-Rambouillet (PR) y Pelibuey-Suffolk (PS) que presentaron interacción grupo racial x dieta

Interacción		Textura
Grupo racial	x Dieta	Fibrosa
P	A	3.16 \pm 1.19 ^{ab} (n = 25)
P	B	3.31 \pm 1.17 ^b (n = 24)
PR	A	3.15 \pm 1.51 ^{ab} (n = 23)
PR	B	2.43 \pm 1.27 ^a (n = 22)
PS	A	3.68 \pm 1.02 ^b (n = 20)
PS	B	3.70 \pm 1.06 ^b (n = 25)

^{a,b}: 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.

n: número de muestras empleadas por grupo comparativo.

En el efecto de interrelación grupo racial x dieta se observó que dentro de un mismo grupo racial no existieron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las dietas a las que se sometieron los animales. Se observó que la carne de la craza PR de dieta B fue la que presentó la característica menos pronunciada, además no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) con la fibrosidad de la carne de P de dieta A y PR de dieta A. El grupo racial PS de ambas dietas y el P de dieta B no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$), estos animales tuvieron los valores de fibrosidad más altos.

5.3.3 EFECTO DE INTERACCION GRUPO RACIAL X SEXO

Al hacer la comparación entre grupo racial y sexo se detectó un efecto de interacción significativo ($p < 0.05$) para textura fibrosa y olor a sangre; es decir, que la textura fibrosa y el olor a

sangre varió tanto por el grupo racial como por el sexo. Las medias y la desviación estándar para esta interacción se muestran en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Media (\pm desviación estándar) de textura fibrosa y olor a sangre de la carne de los grupos raciales Pelibuey (P), Pelibuey-Rambouillet (PR) y Pelibuey-Suffolk (PS) que presentaron interacción grupo racial x sexo

Interacción		Textura	Olor a
Grupo racial x	Sexo	Fibrosa	Sangre
P	H	2.69 \pm 0.95 ^a (n = 14)	3.27 \pm 1.74 ^b (n = 14)
P	M	3.45 \pm 1.19 ^b (n = 35)	3.78 \pm 1.31 ^b (n = 35)
PR	H	3.07 \pm 1.27 ^{ab} (n = 28)	3.17 \pm 1.61 ^b (n = 28)
PR	M	2.30 \pm 1.54 ^a (n = 17)	2.21 \pm 1.49 ^a (n = 17)
PS	H	3.47 \pm 0.85 ^b (n = 10)	2.92 \pm 1.85 ^{ab} (n = 10)
PS	M	3.75 \pm 1.08 ^b (n = 35)	3.58 \pm 1.46 ^b (n = 35)

^{a,b}: 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.

En el efecto de interacción grupo racial x sexo para la fibrosidad se observó que dentro de los grupos raciales PR y PS no existieron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre sexos de los animales. Para fibrosidad se observó que la carne de machos de la craza PR y hembras de la raza P fueron las que presentaron la característica menos pronunciada, además no existieron diferencias significativas ($p > 0.05$) con la fibrosidad de la carne de hembras de la craza PR. El grupo racial PS de ambos sexos y los machos de P no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$). Estos animales tuvieron los valores de fibrosidad más altos.

En el efecto de interacción grupo racial x sexo para el olor a sangre se observó que dentro de los grupos raciales PR y P no existieron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre sexos de los animales. Para olor a sangre se observó que la carne de machos de la craza PR y hembras de la craza PS fueron las que presentaron la característica menos pronunciada, además de que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$). El grupo racial P de ambos sexos, las hembras PR y los

machos de PS no presentaron diferencias significativas ($p>0.05$). En estos animales se identificó el olor a sangre más pronunciado.

5.3.4 EFECTO DE INTERACCION GRUPO RACIAL X DIETA X SEXO

Al comparar los datos de las características sensoriales entre grupo racial, dieta y sexo se detectó un efecto de interacción ($p<0.05$) para color, terneza y masticabilidad; es decir, que el color, terneza y masticabilidad de la carne de los grupos raciales en estudio se vió afectada al sustituir su dieta en ambos sexos. Las medias y la desviación estándar para está interacción se muestran en el Cuadro 19. De los resultados de la triple interacción para color se observó que la carne de los machos PS de ambas dietas y los machos PR de dieta A no presentaron diferencias significativas ($p>0.05$) entre sí ni con hembras P de la dieta A y hembras PS de la dieta A. En esas muestras se identificó una coloración rosácea de la carne. Las hembras PR de dieta B no presentaron diferencias significativas ($p>0.05$) con las hembras P de dieta A y hembras PS de ambas dietas. Los machos P de ambas dietas y las hembras P de dieta A no presentaron diferencias significativas ($p>0.05$) con hembras PR de dieta A y hembras PS de dieta B.

Para la característica de terneza de la carne, las hembras P de dieta B y los machos de PS de dieta A no presentaron diferencias significativas ($p>0.05$) entre sí ni con hembras PR de la dieta A y hembras PS de ambas dietas. Los machos P de dieta A, machos PR de dieta B y machos PS de dieta B no presentaron diferencias significativas ($p>0.05$) entre sí ni con hembras PR de la dieta A y las hembras PS de ambas dietas. Los machos P de dieta B, machos PR de dieta A y hembras PR de dieta B no presentaron diferencias significativas ($p>0.05$) entre sí. Las hembras P de dieta A tuvieron la carne con mayor terneza.

En la característica de masticabilidad las hembras P de dieta B y hembras PS de ambas dietas no presentaron diferencias significativas ($p>0.05$) entre sí ni con machos PS de ambas dietas. Machos y hembras PR de dieta B y machos PS de ambas dietas no presentaron diferencias significativas ($p>0.05$). Machos P de dieta A y hembras PR de ambas dietas no presentaron diferencias significativas ($p>0.05$). Hembras P de dieta A, machos P de dieta B y machos PR de dieta A no presentaron diferencias significativas ($p>0.05$).

5.4 EVALUACION INSTRUMENTAL DE COLOR

También se evaluó el color en forma instrumental, del cual los resultados promedio obtenidos para las características comparando la raza P con sus cruza PR y PS se presentan a continuación.

Cuadro 19. Media (\pm desviación estándar) de características sensoriales de color, ternura y masticabilidad de la carne de los grupos raciales Pelibuey (P), Pelibuey-Rambouillet (PR) y Pelibuey-Suffolk (PS) que presentaron Interacción grupo racial x dieta x sexo

Interacción			Color	Ternura	Masticabilidad
GR	x	D x S			
P	A	H	3.84 \pm 0.94 ^{ab} (n = 5)	5.60 \pm 1.19 ^d (n = 5)	5.38 \pm 1.04 ^d (n = 5)
P	A	M	4.83 \pm 1.16 ^c (n = 20)	4.44 \pm 1.58 ^b (n = 20)	4.98 \pm 1.18 ^c (n = 20)
P	B	H	4.63 \pm 1.69 ^c (n = 9)	3.98 \pm 1.52 ^a (n = 9)	3.92 \pm 1.26 ^a (n = 9)
P	B	M	5.11 \pm 0.92 ^{cd} (n = 15)	4.65 \pm 1.12 ^c (n = 15)	5.21 \pm 1.03 ^{cd} (n = 15)
PR	A	H	4.72 \pm 1.12 ^c (n = 18)	3.82 \pm 0.99 ^{ab} (n = 18)	4.78 \pm 1.18 ^c (n = 18)
PR	A	M	3.74 \pm 0.68 ^a (n = 5)	4.78 \pm 0.53 ^c (n = 5)	5.18 \pm 0.82 ^{cd} (n = 5)
PR	B	H	4.10 \pm 1.26 ^b (n = 10)	4.78 \pm 0.83 ^c (n = 10)	4.63 \pm 1.79 ^{bc} (n = 10)
PR	B	M	5.13 \pm 1.30 ^d (n = 12)	4.40 \pm 1.54 ^b (n = 12)	4.28 \pm 1.01 ^b (n = 12)
PS	A	H	4.09 \pm 1.38 ^{ab} (n = 10)	3.83 \pm 1.24 ^{ab} (n = 10)	3.84 \pm 1.40 ^a (n = 10)
PS	A	M	3.39 \pm 0.94 ^a (n = 10)	3.43 \pm 1.48 ^a (n = 10)	4.24 \pm 1.28 ^{ab} (n = 10)
PS	B	H	4.35 \pm 1.16 ^{bc} (n = 15)	3.83 \pm 1.29 ^{ab} (n = 15)	4.17 \pm 1.85 ^a (n = 15)
PS	B	M	3.39 \pm 0.84 ^a (n = 10)	4.09 \pm 1.39 ^b (n = 10)	4.24 \pm 1.30 ^{ab} (n = 10)

^{a,b,c,d}: literales diferentes en una misma columna indican las diferencias significativas de las medias ($p < 0.05$).

GR: grupo racial, D: dieta, S: sexo

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.

Los valores del análisis de varianza de las características sensoriales de la carne de los grupos raciales P, PR y PS se muestran en el Cuadro D del anexo 2.

De acuerdo con los resultados expresados en el Cuadro D los efectos del grupo racial, sexo, interacción grupo racial x dieta, interacción grupo racial x sexo, interacción dieta x sexo y la interacción grupo racial x dieta x sexo no presentaron diferencias significativas, por lo que únicamente se discutirá el efecto de la dieta en este apartado.

5.4.1 EFECTO DE DIETA

Al comparar entre dietas, se encontró que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) para la característica de intensidad. Las medias y la desviación estándar para cada dieta se muestran en el Cuadro 20.

La intensidad de color de la carne que presentaron los animales sometidos a la dieta A fue mayor en comparación a la de la dieta B. La tonalidad y la brillantez no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre dietas.

Cuadro 20 . Media (± desviación estándar) de características instrumentales de color de la carne de los grupos raciales Pellibuey (P), Pellibuey-Rambouillet (PR) y Pellibuey-Suffolk (PS) por dieta

Características	Promedio	Dieta A*	Dieta B**
De color		(n = 30)	(n = 30)
Tonalidad (HI)	34.74 ± 1.98	34.31 ± 1.96 ^a	35.18 ± 1.91 ^a
Intensidad (a)	7.66 ± 1.03	7.91 ± 1.02 ^b	7.41 ± 0.98 ^b
Brillantez (b)	3.04 ± 0.55	2.91 ± 0.44 ^a	3.17 ± 0.61 ^a

^{a, b}: literales diferentes en un mismo renglón indican las diferencias significativas de las medias ($p < 0.05$).

*: heno de avena, pasta de soya, sales minerales y enillado de maíz.

** : heno de avena, pasta de soya, sales minerales y bagazo de cítrico.

n: número de muestras empleadas para cada característica de color por grupo racial.

5.5 CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS

El cuarto objetivo particular se refiere a las características tecnológicas de capacidad de emulsificación (CE) y capacidad de retención de agua (CRA), de las cuales los resultados promedio obtenidos comparando la raza P con sus cruza PR y PS se presentan a continuación.

Los valores del análisis de varianza de las características tecnológicas de CE y CRA de la carne de los grupos raciales P, PR y PS se muestran en el Cuadro E del anexo 2. El efecto de

dieta, de interacción grupo racial x dieta, interacción dieta x sexo e interacción grupo racial x dieta x sexo no presentaron significancia ($p > 0.05$).

5.5.1 EFECTO DE GRUPO RACIAL

Se hizo una comparación entre los grupos raciales y se encontró que existieron diferencias significativas ($p < 0.05$) para la CE y CRA de la carne. Las medias y la desviación estándar para cada grupo racial se muestran en el Cuadro 21.

Cuadro 21 . Media (\pm desviación estándar) de características tecnológicas de la carne de los grupos raciales Pelibuey (P), Pelibuey-Rambouillet (PR) y Pelibuey-Suffolk (PS)

Característica Tecnológica	Promedio	Grupo racial P (n = 20)	Grupo racial PR (n = 20)	Grupo racial PS (n = 20)
CE	195.88 \pm 14.35	190.20 \pm 16.42 ^a	192.60 \pm 9.77 ^a	204.85 \pm 12.03 ^b
CRA	1.76 \pm 0.79	2.22 \pm 1.03 ^c	1.76 \pm 0.59 ^b	1.31 \pm 0.27 ^a

^{a, b, c}: literales diferentes en un mismo renglón indican las diferencias significativas de las medias ($p < 0.05$).

CE: Capacidad de emulsificación (ml de aceite emulsificado / g de muestra).

CRA: Capacidad de retención de agua (ml de agua retenidos / g de muestra).

n: número de muestras empleadas para cada característica tecnológica por grupo racial.

La CE que presentó la carne de la raza P y la craza PR fue menor sin existir diferencias significativas ($p > 0.05$) entre éstas, en comparación con la craza PS. Para la CRA el mayor valor se encontró en la raza P, seguida de la craza PR y de la craza PS.

5.5.2 EFECTO DE SEXO

Las medias y la desviación estándar para cada sexo se muestran en el Cuadro 22. Al comparar entre machos y hembras, se encontró que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) para la CE y la CRA. La CE de las hembras fue menor en comparación con los machos. La CRA de los machos fue mayor en comparación con las hembras.

5.5.3 EFECTO DE INTERACCION GRUPO RACIAL X SEXO

Al hacer la comparación entre grupo racial y sexo se detectó un efecto de interacción significativo ($p < 0.05$) para la CE y CRA; es decir, que la CE y CRA de la carne variaron tanto por el grupo racial como por el sexo. Las medias y la desviación estándar para esta interacción se muestran en el Cuadro 23.

Cuadro 22. Media (± desviación estándar) de características tecnológicas de la carne de los grupos raciales Pelibuey (P), Pelibuey-Rambouillet (PR) y Pelibuey-Suffolk (PS) por sexo

Característica Tecnológica	Hembras (n = 26)	Machos (n = 34)
CE	189.58 ± 14.17 ^a	200.71 ± 12.69 ^b
CRA	1.42 ± 0.25 ^a	2.02 ± 0.95 ^b

^{a, b}: literales diferentes en un mismo renglón indican las diferencias significativas de las medias (p<0.05).

CE: Capacidad de emulsificación (ml de aceite emulsificado / g de muestra).

CRA: Capacidad de retención de agua (ml de agua retenidos / g de muestra).

n: número de muestras empleadas para cada característica tecnológica por grupo racial.

Cuadro 23. Media (± desviación estándar) de características tecnológicas de la carne de los grupos raciales Pelibuey (P), Pelibuey-Rambouillet (PR) y Pelibuey-Suffolk (PS) que presentaron Interacción grupo racial x sexo

Interacción		CE	CRA
Grupo racial x	Sexo		
P	H	169.83 ± 4.75 ^a (n = 6)	1.43 ± 0.29 ^a (n = 6)
P	M	198.93 ± 1.57 ^b (n = 14)	2.55 ± 1.06 ^b (n = 14)
PR	H	188.75 ± 3.62 ^b (n = 12)	1.34 ± 0.25 ^a (n = 12)
PR	M	195.17 ± 1.18 ^b (n = 8)	2.38 ± 0.36 ^b (n = 8)
PS	H	194.00 ± 5.04 ^b (n = 8)	1.17 ± 0.20 ^a (n = 8)
PS	M	210.75 ± 1.12 ^c (n = 12)	1.38 ± 0.29 ^a (n = 12)

^{a, b, c}: literales diferentes en una misma columna indican las diferencias significativas de las medias (p<0.05).

CE: Capacidad de emulsificación (ml de aceite emulsificado / g de muestra).

CRA: Capacidad de retención de agua (ml de agua retenidos / g de muestra).

M: macho, H: hembra

n: número de muestras empleadas por grupo comparativo.

De los resultados de la interacción para CE se observó que la carne de machos y hembras PR no presentó diferencias significativas (p>0.05) con machos P y hembras PS. Las hembras P

fueron las que presentaron una carne con CE menor en comparación con los machos PS que presentaron la mayor CE.

Para la CRA, la carne de machos y hembras PS no presentó diferencias significativas ($p>0.05$) con hembras P y PR. Los machos P y PR no presentaron diferencias significativas ($p>0.05$) y fueron los que tuvieron una CRA mayor.

5.6 CORRELACIONES

5.6.1 ANALISIS QUIMICOS

Los valores de correlación para los componentes químicos se muestran en el Cuadro 24. Las correlaciones no significativas ($p>0.05$) fueron humedad vs colágeno y cenizas vs colágeno.

Cuadro 24. Valores de correlación para los análisis químicos

Componente químico	Humedad	Proteína	Grasa	Colágeno	Cenizas
Humedad	1.000	-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
Cenizas					1.000

*: significancia ($p<0.05$).

Se presentaron correlaciones significativas ($p<0.05$) para:

- a) Humedad vs proteína, grasa y cenizas.
- b) Proteína vs humedad, grasa, colágeno y cenizas.
- c) Grasa vs humedad, proteína, colágeno y cenizas.
- d) Colágeno vs proteína, grasa y cenizas.
- e) Cenizas vs humedad, proteína, grasa y colágeno.

5.6.2 EVALUACION SENSORIAL

Los valores de correlación para los parámetros sensoriales se muestran en el Cuadro 25a, 25b y 25c. Existen correlaciones significativas ($p<0.05$) para las siguientes características sensoriales:

- a) Color vs jugosidad, fibrosidad, sabor a dulce y olor a sangre.

- b) Jugosidad vs ternera, maleabilidad, masticabilidad, fibrosidad, sabor dulce, sabor salado, olor a carne cruda y resabio amargo.
- c) Ternera vs jugosidad, maleabilidad, masticabilidad, sabor salado, olor a carne cruda, olor a carne cocida, olor dulce, resabio a carne cocida y resabio seco.
- d) Textura grasosa vs maleabilidad, masticabilidad, sabor grasoso, sabor dulce, olor a carne cruda, olor a carne cocida, olor a sangre, resabio amargo y resabio a carne cocida.
- e) Maleabilidad vs jugosidad, ternera, textura grasosa, sabor grasoso, sabor salado, olor a carne cruda, olor a sangre, olor dulce, resabio amargo y resabio seco.
- f) Masticabilidad vs jugosidad, ternera, maleabilidad, sabor salado y resabio amargo.
- g) Adhesividad vs sabor dulce, sabor salado, olor a carne cruda, olor a carne cocida, olor a sangre, resabio amargo, resabio a carne cocida y resabio seco.
- h) Fibrosidad vs color, jugosidad, adhesividad, sabor a hígado, sabor dulce, sabor salado, olor a carne cruda, olor a carne cocida, olor a sangre, olor dulce y resabio seco.
- i) Sabor a hígado vs adhesividad, fibrosidad, sabor dulce, sabor salado, olor a carne cruda, olor a carne cocida, olor a sangre, resabio amargo, resabio a carne cocida y resabio seco.
- j) Sabor grasoso vs textura grasosa, maleabilidad, sabor dulce, olor dulce y resabio a carne cocida.
- k) Sabor dulce vs color, jugosidad, textura grasosa, adhesividad, fibrosidad, sabor a hígado, sabor grasoso, sabor salado y resabio seco.
- l) Sabor salado vs jugosidad, ternera, maleabilidad, masticabilidad, adhesividad, fibrosidad, sabor a hígado, sabor dulce, olor a carne cruda, olor a carne cocida, olor a sangre, olor dulce, resabio a carne cocida y resabio seco.
- m) Olor a carne cruda vs jugosidad, ternera, textura grasosa, maleabilidad, adhesividad, fibrosidad, sabor a hígado, sabor salado, olor a carne cruda, olor a carne cocida, olor a sangre, resabio amargo, resabio a carne cocida y resabio seco.
- n) Olor a carne cocida vs ternera, textura grasosa, adhesividad, fibrosidad, sabor a hígado, sabor salado, resabio a carne cocida y resabio seco.
- o) Olor a sangre vs color, textura grasosa, maleabilidad, adhesividad, fibrosidad, sabor a hígado, sabor salado, olor a carne cruda, resabio amargo y resabio seco.
- p) Olor dulce vs ternera, maleabilidad, fibrosidad, sabor grasoso, sabor salado, resabio a carne cocida y resabio seco.
- q) Resabio amargo vs jugosidad, textura grasosa, maleabilidad, masticabilidad, adhesividad, sabor a hígado, olor a carne cruda, olor a sangre y resabio seco.
- r) Resabio a carne cocida vs ternera, textura grasosa, adhesividad, sabor a hígado, sabor grasoso, sabor salado, olor a carne cruda, olor a carne cocida, olor a dulce y resabio seco.

Cuadro 25a: Valores de correlación de la evaluación sensorial

Característica	Color	Jugosidad	Termeza	T. grasosa	T. maleable	T. masticable	T. adherible	T. fibrosa	S. a hígado
Color	1.000	-0.2179*	0.1128	-0.0285	0.0796	0.0175	-0.0755	-0.3299*	-0.1007
Jugosidad		1.000	0.5594*	0.1324	0.5463*	0.6038*	0.0839	0.2958*	0.1356
Termeza			1.000	-0.0545	0.6167*	0.7621*	0.1356	0.0447	0.1337
T. grasosa				1.000	-0.1805*	-0.0190	0.0555	-0.0739	-0.0916
T. maleable					1.000	0.8109*	0.0424	0.1076	-0.0169
T. masticable						1.000	0.0479	0.0496	-0.0522
T. adhesiva							1.000	0.2287*	0.3019*
T. fibrosa								1.000	0.3053*
S. a hígado									1.000

T. = textura, S. = sabor

*: significancia ($p < 0.05$).

Cuadro 25b: Valores de correlación de la evaluación sensorial

Característica	S. Grasoso	S. Dulce	S. Salado	O. C. Cruda	O. C. Cocida	O. a Sangre	O. Dulce	R. amargo	R. C. Cocida	R. Seco
Color	-0.0357	-0.3711*	0.0143	-0.0571	-0.0269	-0.2315*	-0.1074	0.0843	-0.0106	-0.0888
Jugosidad	-0.0107	0.2698*	0.4467*	0.1702*	0.1320	0.1328	-0.1444	-0.1746*	0.0882	0.0846
Termeza	-0.0776	0.0754	0.4147*	0.2060*	0.1989*	0.1264	-0.1898*	-0.0595	0.1939*	0.2169*
T. grasosa	0.6980*	0.1762*	0.0181	-0.1884*	-0.1637*	-0.2061*	0.1331	-0.2589*	-0.1682*	0.0005
T. maleable	-0.2020*	-0.0506	0.3803*	0.2087*	0.1277	0.2082*	-0.1909*	-0.1617*	0.1402	0.1711*
T. masticable	-0.0884	0.0018	0.3439*	0.0874	0.1062	0.0959	-0.1291	-0.1908*	0.1048	0.0441
T. adhesiva	0.0447	0.2420*	0.2626*	0.4956*	0.1629*	0.4251*	0.0475	0.1983*	0.2946*	0.3303*
T. fibrosa	0.0538	0.2489*	0.2986*	0.4040*	0.2238*	0.3060*	-0.1639*	-0.1241	0.1430	0.2306*
S. a hígado	-0.1338	0.4363*	0.4631*	0.3813*	0.2680*	0.2315*	-0.1431	0.2792*	0.3048*	0.3017*

T. = textura, S. = sabor, O. = olor, O.C. = olor a carne, R. = resabio, R.C. = resabio a carne

*: significancia ($p < 0.05$).

Cuadro 25c: Valores de correlación de la evaluación sensorial

Característica	Sabor Grasoso	Sabor Dulce	Sabor salado	O. carne cruda	O. carne Cocida	Olor a sangre	Olor dulce	Resabio amargo	R. carne Cocida	Resabio seco
S. grasoso	1.000	0.2373*	0.0093	-0.1426	-0.1224	-0.0687	0.2407*	-0.1562	-0.1699*	0.0619
S. dulce		1.000	0.2939*	0.1119	0.1053	0.1138	-0.0143	0.0574	0.1343	0.1909*
S. salado			1.000	0.3241*	0.3270*	0.1494*	-0.2281*	0.0231	0.3379*	0.3530*
O.C. cruda				1.000	0.0275	0.7685*	-0.1083	0.3686*	0.1510*	0.4840*
O.C. cocida					1.000	-0.0264	-0.1295	-0.0215	0.8167*	0.3919*
O. a sangre						1.000	0.1377	0.4153*	0.0553	0.3629*
O. dulce							1.000	0.0914	-0.1913*	-0.1940*
R. amargo								1.000	0.0588	0.1577*
R.C. cocida									1.000	0.5014*
R. seco										1.000

S. = sabor, O.= olor, O.C. = olor a carne, R. = resabio, R.C. = resabio a carne

*: significancia (p<0.05).

- s) Resabio seco vs tempeza, maleabilidad, adhesividad, fibrosidad, sabor a hígado, sabor dulce, sabor salado, olor a carne cruda, olor a carne cocida, olor a sangre, olor dulce, resabio amargo y resabio a carne cocida.

5.6.3 COLOR

Los valores de correlación para los parámetros de color se muestran en el Cuadro 26. Existen correlaciones significativas ($p < 0.05$) para:

- Tonalidad vs intensidad.
- Tonalidad vs brillantez.
- Intensidad vs brillantez.

Cuadro 26. Valores de correlación de color

Características de color	Tonalidad HL	Intensidad a	Brillantez b
Tonalidad (HL)	1.0000	0.2811*	0.9641*
Intensidad (a)		1.0000	0.4893*
Brillantez (b)			1.0000

*:significancia ($p < 0.05$).

5.6.4 CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS

No se presentaron correlaciones significativas ($p > 0.05$) para las características tecnológicas de CE y CRA.

5.6.5 ANALISIS QUÍMICOS Y TERNEZA

Los valores de correlación para los análisis químicos y tempeza se muestran en el Cuadro 27. Se presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) únicamente para la correlación de proteína con fuerza de corte.

Cuadro 27. Valores de correlación para los análisis químicos y tempeza

Característica	Humedad	Proteína	Grasa	Colágeno	Cenizas
WB	0.0637	0.1859*	0.0530	0.1378	- 0.0166

*:significancia ($p < 0.05$).

WB: fuerza de corte en Warner-Bratzler.

5.6.6 ANALISIS QUIMICOS Y EVALUACION SENSORIAL

Los valores de correlación para los análisis químicos y evaluación sensorial se muestran en el Cuadro 28.

Se presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) para las correlaciones de:

- Color vs grasa y cenizas.
- Jugosidad vs cenizas.
- Termeza vs proteína y colágeno.
- Textura grasosa vs humedad, proteína y cenizas.

Cuadro 28. Valores de correlación de los análisis químicos y las características sensoriales

Característica	Humedad	Proteína	Grasa	Colágeno	Cenizas
Color	0.0615	0.0023	- 0.1598*	0.0681	0.2085*
Jugosidad	0.1578	- 0.1381	0.0775	0.1228	- 0.2054*
Termeza	0.1147	0.2877*	0.1293	0.2192*	- 0.1273
Textura					
Grasosa	- 0.1862*	0.2752*	- 0.1135	- 0.1085	0.1892*
Maleable	0.1607*	- 0.2286*	0.0799	0.2352*	- 0.1410*
Masticable	0.1095	- 0.2761*	0.1716*	0.2327*	- 0.2056*
Adherible	0.0356	- 0.0427	0.0189	- 0.0052	- 0.0389
Fibrosa	0.1228	-0.0100	0.0890	- 0.0474	- 0.2874*
Sabor					
Hígado	0.1560*	-0.1434	0.0473	0.0654	- 0.1456
Grasoso	- 0.1832*	0.1446	0.0000	-0.1819*	0.0933
Dulce	0.0473	-0.0823	0.1078	0.0314	- 0.1771*
Salado	0.1810*	-0.0908	- 0.0233	0.1566*	- 0.0932
Olor					
Carne cruda	0.1235	-0.1986*	0.1347	0.1020	- 0.2177*
Carne cocida	0.0418	0.0421	- 0.0408	0.0834	- 0.0112
Sangre	0.0190	-0.2937*	0.3167*	0.1295	- 0.3426*
Dulce	- 0.2095*	0.0120	0.1948*	- 0.0279	- 0.1142
Resabio					
Amargo	0.0564	-0.2334*	0.1203	0.1326	-0.0881
Carne cocida	0.0555	0.0260	- 0.0517	0.0980	0.0054
Seco	0.0601	0.0090	- 0.0082	0.1025	- 0.0627

*:significancia ($p < 0.05$).

- e) Maleabilidad vs humedad, proteína, colágeno y cenizas.
- f) Masticabilidad vs proteína, grasa, colágeno y cenizas.
- g) Fibrosidad vs cenizas.
- h) Sabor a hígado vs humedad.
- i) Sabor grasoso vs humedad y colágeno.
- j) Sabor dulce vs cenizas.
- k) Sabor salado vs humedad y colágeno.
- l) Olor a carne cruda vs proteína y cenizas.
- m) Olor a sangre vs proteína, grasa y cenizas.
- n) Olor dulce vs humedad y grasa.
- o) Resabio amargo vs proteína.

5.6.7 ANALISIS QUIMICOS Y COLOR

Los valores de correlación para los análisis químicos y los parámetros de color se muestran en el Cuadro 29. Las correlaciones significativas ($p < 0.05$) se presentaron para:

- a) Tonalidad vs humedad, proteína, colágeno y cenizas.
- b) Intensidad vs humedad, proteína, grasa y cenizas.
- c) Brillantez vs humedad, proteína, grasa, colágeno y cenizas.

Cuadro 29. Valores de correlación de los análisis químicos y color

Características	Humedad	Proteína	Grasa	Colágeno	Cenizas
Tonalidad (HL)	- 0.3599*	0.1945*	- 0.0699	- 0.3622*	0.3794*
Intensidad (a)	- 0.4072*	- 0.2378*	0.5314*	- 0.1305	- 0.2777*
Brillantez (b)	- 0.3027*	0.3074*	- 0.2002*	- 0.4033*	0.4526*

*: significancia ($p < 0.05$)

5.6.8 ANALISIS QUIMICOS Y CARACTERISTICAS TECNOLOGICAS

Los valores de correlación para los análisis químicos y características tecnológicas se muestran en el Cuadro 30. Existen diferencias significativas ($p < 0.05$) para las correlaciones de:

- a) CE vs humedad, proteína y grasa.
- b) CRA vs grasa, colágeno y cenizas.

5.6.9 TERNEZA, COLOR Y CARACTERISTICAS TECNOLOGICAS

Las correlaciones para terneza (fuerza de corte), color y características tecnológicas no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$).

Cuadro 30. Valores de correlación de los análisis químicos y características tecnológicas

Característica	Humedad	Proteína	Grasa	Colágeno	Cenizas
CE	0.3690*	0.5567*	- 0.8186*	- 0.0559	0.5703
CRA	0.0177	- 0.0152	- 0.2401*	0.3014*	0.4105*

*: significancia ($p < 0.05$).

CE: Capacidad de emulsificación (ml de aceite emulsificado / g de muestra).

CRA: Capacidad de retención de agua (ml de agua retenidos / g de muestra).

5.6.10 EVALUACION SENSORIAL, TERNEZA, COLOR Y CARACTERISTICAS TECNOLOGICAS

Los valores de correlación para la terneza, color y características tecnológicas se muestran en el Cuadro 31.

Las correlaciones que presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) fueron:

- a) Color vs tonalidad, brillantez y CRA.
- b) Jugosidad vs tonalidad, brillantez y CRA.
- c) Terneza vs terneza (fuerza de corte), tonalidad, brillantez y CRA.
- d) Textura grasosa vs tonalidad y brillantez.
- e) Maleabilidad vs terneza (fuerza de corte), tonalidad y brillantez.
- f) Masticabilidad vs terneza (fuerza de corte), tonalidad y brillantez.
- g) Fibrosidad vs CRA.
- h) Sabor a hígado vs tonalidad.
- i) Sabor grasoso vs tonalidad, intensidad y brillantez.
- j) Sabor dulce vs CRA.
- k) Sabor salado vs terneza (fuerza de corte) y tonalidad.
- l) Olor a carne cruda vs terneza (fuerza de corte), tonalidad y brillantez.
- m) Olor a carne cocida vs terneza (fuerza de corte).
- n) Olor a sangre vs terneza (fuerza de corte), tonalidad, brillantez, CE y CRA.
- o) Olor dulce vs terneza (fuerza de corte) y CE.
- p) Resabio amargo vs tonalidad, brillantez, CE y CRA.
- q) Resabio seco vs tonalidad.

Cuadro 31. Valores de correlación de características sensoriales, tereza, color y características tecnológicas

Característica	WB	Tonalidad	Intensidad	Brillantez	CE	CRA
Color	- 0.1225	0.1918*	- 0.1183	0.1946*	0.0536	0.4285*
Jugosidad	0.0563	- 0.2185*	- 0.0086	- 0.2538*	- 0.0240	- 0.1564*
Termeza	- 0.2159*	- 0.1546*	- 0.0416	- 0.1949*	- 0.1011	0.1477*
Textura						
Grasosa	- 0.0920	0.1718*	0.0884	0.1842*	0.1033	- 0.1023
Maleable	0.1634*	- 0.1681*	- 0.0441	- 0.1938*	- 0.0218	0.0348
Masticable	0.1535*	- 0.1992*	- 0.0004	- 0.2402*	- 0.1396	0.0107
Adherible	0.1218	- 0.1315	- 0.0304	- 0.1205	0.0608	- 0.0666
Fibrosa	0.1223	- 0.2316	0.0569	- 0.2157	0.0272	- 0.4478*
Sabor						
Hígado	0.0813	- 0.1504*	- 0.0394	- 0.1363	- 0.1313	0.0263
Grasoso	- 0.0748	0.2118*	0.1849*	0.1999*	- 0.0549	-0.0731
Dulce	- 0.0018	- 0.0796	0.0853	- 0.1113	- 0.1059	- 0.1871*
Salado	0.1779*	- 0.1675*	- 0.0749	- 0.1440	0.0930	0.0293
Olor						
Carne cruda	0.1755*	- 0.2844*	- 0.0054	- 0.2584*	- 0.0090	- 0.1385
Carne cocida	0.1483*	- 0.0491	- 0.0593	- 0.0403	0.0634	0.1077
Sangre	0.1605*	- 0.2897*	0.0727	- 0.2974*	- 0.1591*	- 0.1959*
Dulce	- 0.1819*	0.0270	0.0753	- 0.0389	- 0.2025*	- 0.1088
Resabo						
Amargo	0.0589	- 0.1805*	- 0.0925	- 0.1957*	- 0.1704*	0.1799*
Carne cocida	0.1382	- 0.0952	- 0.0810	- 0.0664	0.0864	0.1057
Seco	0.1342	- 0.1975*	- 0.0443	- 0.1337	0.1215	- 0.0576

*: significancia ($p < 0.05$).

WB: fuerza de corte en Warner-Bratzler.

CE: Capacidad de emulsificación (ml de aceite emulsificado / g de muestra).

CRA: Capacidad de retención de agua (ml de agua retenidos / g de muestra).

5.6.11 COLOR Y CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS

Los valores de correlación para color y características tecnológicas se muestran en el Cuadro 32.

Se presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) para:

a) Intensidad vs CE y CRA.

b) Brillantez vs CRA.

Cuadro 32. Valores de correlación de color y características tecnológicas

Característica	CE	CRA
Tonalidad	- 0.0475	0.1333
Intensidad	- 0.5209*	- 0.2682*
Brillantez	0.0903	0.1591*

*: significancia ($p < 0.05$).

CE: Capacidad de emulsificación (ml de aceite emulsificado / g de muestra).

CRA: Capacidad de retención de agua (ml de agua retenidos / g de muestra).

DISCUSION

Las características de calidad de la carne de ovino Pelibuey no han sido suficientemente estudiadas en México. En la literatura consultada para este trabajo de investigación 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.^{1,12}

6.1 ANÁLISIS QUIMICOS

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 cruza (ver Cuadro 9). Esto contrasta con observaciones hechas por otros investigadores, quienes también detectaron diferencias significativas en la composición química de carne de ovinos.

En un estudio realizado por Lin et al. (1998) en ovinos Romney y su cruza con Border (RB) y Border x Dorset (RBD) se encontraron diferencias significativas en el contenido de humedad, grasa y cenizas, en animales criados en Estados Unidos y Nueva Zelanda.⁴⁵ Los valores promedio de la composición química de los ovinos estudiados por Lin et al. (1998) fueron: humedad de 72.37%, proteína de 21.15%, grasa de 5.53% y cenizas de 1.09%.⁴⁵

De estos valores se puede observar que los ovinos promedio de esta investigación presentan hasta un 2.66% más de humedad en su carne que los del estudio mencionado de Estados Unidos y Nueva Zelanda. Tomando en cuenta que la cantidad de humedad en la carne de ovinos RB y RBD (72.37%)⁴⁵ 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%)⁴⁵ 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 un 1.36% más grasosa 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, terneza, aroma y comestibilidad, además de que es un componente que presenta cambios importantes durante el procesamiento de la carne.^{67,68} Quizás el engrasamiento sea la razón principal por la cual tiene buena aceptación la carne de ovino importada a México de Estados Unidos y Nueva Zelanda.

Hawkins et al. (1985) encontraron diferencias significativas en la carne proveniente de cruza de ovinos Hampshire x Suffolk x Rambouillet (HSR) y Hampshire x Finesa x Southdown

(HFS) en características como la humedad, proteína y grasa al evaluar la composición química de las canales.⁶⁹

En carne de cabritos, el contenido de humedad, proteína y grasa no presenta diferencias significativas entre una raza pura y sus cruza según los resultados obtenidos por Johnson et al. (1995).⁷⁰ La composición química promedio de los cabritos fue: humedad de 74.9%, proteína de 21.7% y grasa de 2.5%.⁷⁰ 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.⁷¹

En cuanto al porcentaje de colágeno el cruzamiento permitió que las cruza presentaran menor contenido de colágeno. En bovinos el contenido de colágeno presenta diferencias significativas entre músculos.⁷² 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.^{71, 73, 74} El colágeno de los ovinos P, PR y PS se encuentra en promedio en 2.9 mg por 100 g de muestra. Es decir, que 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.^{37, 42, 68}

Cook et al. (1969) reportaron un valor de 3.8% de grasa en el *Longissimus dorsi* de bovinos, menor en un 0.37% al encontrado en el presente trabajo para los grupos raciales (4.17% de grasa, en promedio).⁷⁵

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.⁷⁶ Al mismo tiempo, Allen et al. (1981) 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.⁷⁶

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, que 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 y/o ensilados, que constituyen la mayor parte de los nutrimentos en la dieta, y principalmente proporcionan el aporte energético.^{77, 78} Sin embargo, se ha reportado que adicionando complementos de sulfato ferroso a la dieta, se presentan diferencias en el contenido de humedad de la carne proveniente de ovinos.⁷⁹

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.⁸⁰ También se ha observado que la alimentación de ovinos basada en sorgo y soya proporciona el peso adecuado para su comercialización.⁸¹ Sin embargo, la sustitución de esta fuente proteica por esquilmos industriales permite el abaratamiento de la producción, disminuyendo el costo del alimento y abasteciendo la demanda de la carne.^{39, 81}

En el estudio realizado por Cervantes et al. (1978) 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.⁸² Por otro lado, Rodríguez et al. (1978) 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.⁴¹

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 es sinónimo de 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 cruza es el mismo, según estudios realizados para evaluación de canales ovinas.⁸³

Por otro lado, las diferencias en la composición química de la carne según el sexo de los animales estudiados se presentaron en el Cuadro 9, 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. (1985) 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.⁶⁹ Las canales de hembras de las cruza de ovinos estudiadas por Hawkins et al. (1985) presentaron un 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.⁶⁹

Además, en la presente investigación se identificaron efectos de interacción grupo racial x sexo y sexo x dieta. Las diferencias que se presentaron en grasa y cenizas de la carne (ver Cuadro 10) se debieron tanto a la raza o cruza 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).⁶

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.^{4, 6} 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 a la presente investigación, es importante recalcar 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; 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 x 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 estancuen su desarrollo muscular y se propicie la acumulación de tejido adiposo.^{4, 6, 9, 10}

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

6.2 TERNEZA

En la terneza de la carne de ovino (evaluada por la fuerza de corte) se presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$). Se observó que la carne de la raza P presentaba valores de terneza hasta un 0.35% menor a la carne de PR o 0.12% menor a la carne de PS, con estos datos se puede situar a la P como la carne con menor terneza seguida de la carne de PS y la de mejor terneza la carne de PR (ver Cuadro 12). Por lo tanto, el efecto del cruzamiento fue benéfico para mejorar la terneza de la carne de raza P; lo cual contrasta con observaciones hechas por otros investigadores.

Un estudio realizado en cabritos no presentó diferencias significativas en la terneza entre una raza pura y dos cruzas, según los reportes de Johnson et al. (1995).⁷⁰ La fuerza de corte promedio registrada en los cabritos fue de 6 kg mientras que en los grupos raciales aquí estudiados fue de 2.96 kg, por lo que la carne de ovino en este estudio es hasta un 49% más suave que la de cabrito reportada por Johnson et al. (1995).⁷⁰

Esto está reforzado por Riley et al. (1989) quienes encontraron que la carne de ovino (6.7 kg) tenía mayor terneza (fuerza de corte) que la carne de cabrito (8.6 kg).⁶⁴ Estos mismos investigadores indicaron que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en la terneza (fuerza de corte) de la carne de ovinos Rambouillet (5.5 kg), Blackbelly (7.6 kg) y Karakul (6.9 kg); no encontrándose diferencias en la terneza de la carne de Blackbelly y Karakul, pero la carne de Rambouillet presentó una menor fuerza de corte, por lo tanto, registró una mayor terneza.⁶⁴

Si se compara la terneza (fuerza de corte) de los ovinos Rambouillet (5.5 kg)⁶⁴ presentada por Riley et al. (1989) con la terneza de la carne de PR (2.77 kg) de este estudio, se puede decir que la cruce con P mejoró considerablemente (hasta un 50%) la terneza de la carne de la raza pura.

La raza ovina de tipo tropical como la Blackbelly presentó una menor terneza comparada con la Rambouillet que es una raza carnicera más especializada.⁶⁴ Lo mismo sucedió en bovinos;

los *Bos taurus* (2.54 kg) presentaron mayor ternura (menor fuerza de corte) que los *Bos indicus* (3.10 kg) según lo reportado por Wulf et al. (1997).⁶⁵ De acuerdo con esto, se deduce que las razas menos especializadas y sobretodo las empleadas en las zonas tropicales presentan una menor ternura en su carne.

Hawkins et al. (1985) encontraron diferencias significativas entre cruzas de HSR (6.0 kg) y HFS (5.4 kg), viéndose favorecida la segunda craza con una mayor ternura al presentar una menor fuerza de corte.⁶⁶

Por otra parte Solomon et al. (1980) encontraron diferencias significativas en la ternura de la carne de dos cruzas diferentes de ovinos Suffolk-Rambouillet (SR) y Suffolk x Finesa x Southdown (SFS). Esas diferencias de ternura únicamente las identificaron en el *Longissimus*, y en músculos tales como *Semimembranosus*, *Biceps femoris* y *Semitendinosus* no encontraron diferencias significativas en la ternura.⁶⁸ Según el estudio de Solomon et al. (1980), la ternura para la carne de SR fue de 4.0 kg y en la presente investigación se obtuvo una ternura para PR igual a 2.77 kg y para PS igual a 3.00 kg; con lo que nuevamente se observa que el cruzamiento de Rambouillet y Suffolk con P es favorable para mejorar la característica de ternura en la carne de ovino.

Otro estudio identificó que la ternura de la carne es variable entre los diversos músculos de una misma canal, estando afectada por la edad del animal, el sexo y la alimentación.^{71, 67, 68} Con respecto a la alimentación, Berge et al. (1993) encontraron que un incremento en el aporte de energía en la etapa de finalización generalmente causa un incremento de la ternura de la carne.⁶⁹

Miller y Cross (1987) observaron que en hembras bovinas de 10 años de edad alimentadas con una dieta alta en energía se incrementó la cantidad de colágeno soluble, presentando una menor fuerza de corte y un mayor engrasamiento que hembras alimentadas con dietas de mantenimiento.⁹⁰ Sin embargo, en los estudios realizados por Dransfield (1992) la cantidad y solubilidad del colágeno no representan más de la mitad de la variación en la ternura de la carne.⁹¹ Miller et al. (1987), por otra parte, encontraron que la edad del animal no tenía efectos en la fuerza de corte de la carne si los animales habían sido alimentados de igual manera en su periodo de finalización.⁹²

Fundamentando la presente investigación en párrafos anteriores, se justifica que el efecto de la dieta no fuera significativo, tanto en la composición química como en la fuerza de corte, ya que al no existir cambios en el engrasamiento de la carne no se ve afectada la fuerza de corte de los grupos raciales estudiados (P, PR y PS) aunque el periodo de finalización al que estuvieron sometidos fuera muy variable.

También hay que considerar que la actuación de las proteasas en la carne dependen de muchos factores, desde la etapa de sacrificio hasta el manejo posterior al rigor mortis. Harris et al. (1992) encontraron que la ternura de la carne de bovinos es mayor al transcurrir más días del

sacrificio de los animales, por efecto de las proteasas presentes en la carne. Esto coincide con lo encontrado por Koomaraie et al. (1991) en un estudio realizado en ovinos.^{93, 94}

Con respecto al sexo, se observó un efecto significativo entre machos y hembras (ver Cuadro 13), siendo las hembras las que presentaron una menor fuerza de corte, característica que puede justificarse por una mayor cantidad de grasa presente en la carne de hembras que en la de machos como se confirmó en el análisis químico. Riley et al. (1989) y Cunningham et al. (1967), sin embargo, no encontraron diferencias significativas entre machos y hembras en razas ovinas inglesas.^{94, 95}

En el Cuadro 14 se presentó el efecto de interacción grupo racial x sexo. De tales resultados se observó que en los grupos raciales P y PS se presentó una diferencia significativa entre machos y hembras; sin embargo, en la craza PR el estudio coincidió con lo expresado por Riley et al. (1989) y Cunningham et al. (1967). Nuevamente esta información nos indica que las razas carniceras menos especializadas muestran menor homogeneidad entre individuos y sobretodo entre sexos.

También se presentó un efecto de interacción grupo racial x dieta x sexo significativo (ver cuadro 15). No se presentaron diferencias marcadas entre dietas, lo cual se contrasta con un efecto de dieta no significativo fundamentado en otras investigaciones; sin embargo, la dieta si se puede marcar como un factor de influencia para poder diferenciar entre grupos raciales y sexos que presentaron un efecto de interacción significativo. Por lo tanto, es importante para la fuerza de corte o terneza de la carne de ovino considerar el grupo racial, la alimentación y el sexo de los animales.

El ejemplo más representativo de esta interacción fue la carne de hembras P sometidas a la dieta A que presentaron la mayor terneza de los animales estudiados. En este caso muy particular, el engrasamiento de las hembras P fue mayor que el de sus cruzas; por lo que, su carne presentó una menor fuerza de corte, aunque en promedio la terneza de la carne de P es un poco menor a la de sus cruzas.

6.3 EVALUACION SENSORIAL

En la evaluación sensorial de la calidad de la carne de ovino algunas de las características evaluadas presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) al comparar la carne de los ovinos P con la de sus cruzas PR y PS.

El panel sensorial identificó que la carne de ovinos PR presentó un color más intenso que los ovinos PS, no presentándose diferencias de color entre la carne de los ovinos P y PR (ver Cuadro 16). Cabe mencionar que el proceso de cocción de la carne induce a la desnaturalización de la

mioglobina, debido a la oxidación del pigmento hemo, originando que la carne de tonalidad rojiza se transforme en parda.^{20, 96, 97} De acuerdo con esto y los resultados obtenidos en la investigación, la carne de P y PR presentó con mayor facilidad la desnaturalización de la mioglobina en comparación con la carne de ovino PS.

La jugosidad de la carne de los grupos raciales estudiados no presentó diferencias significativas, lo cual coincide con trabajos realizados por otros investigadores. Solomon et al. (1980), utilizando una escala hedónica de nueve puntos en una evaluación sensorial para carne de ovinos SR (6.8) y SFS (7.0), encontraron que no existían diferencias significativas en la jugosidad de las dos cruas.⁹⁶ La diferencia en jugosidad es del 40% entre el valor promedio de los ovinos P, PR y PS y los ovinos SR y SFS.

Otro estudio realizado por Wulf et al. (1997) en bovinos indicó que no hay diferencias significativas en la jugosidad de la carne de *Bos indicus* (5.05) y *Bos taurus* (5.0). De estos datos se determinó que la jugosidad de la carne de ovinos es hasta 19.2% menor que la encontrada en bovinos (ver Cuadro 16).⁸⁵

Cross et al. (1973) identificaron que tampoco existen diferencias significativas entre diferentes edades de los animales en la jugosidad del *Longissimus dorsi*.⁷¹

La jugosidad de la carne está influida por la desnaturalización de proteínas musculares, ya que al ocurrir el efecto de desnaturalización existe una disminución en la retención de agua, permitiendo que se desarrolle la jugosidad de la carne al formarse una capa superficial que retiene el jugo hasta que la carne es consumida.^{20, 96}

En el presente trabajo la temeza evaluada por el panel sensorial indicó que existió una diferencia significativa en la carne de las dos cruas (PR y PS). Al comparar estos datos con los obtenidos con la fuerza de corte, únicamente coinciden en que existe una diferencia entre las cruas. Los jueces no lograron diferenciar completamente la temeza de la carne de P con sus cruas.

Investigaciones realizadas por Hawkins et al. (1985) mostraron diferencias significativas entre cruas de ovinos HSR y HFS al evaluar la temeza de éstos.⁹⁶ Sin embargo, en cruas de ovinos SR y SFS no se presentaron diferencias significativas en la temeza, según las investigaciones de Solomon et al. (1980).⁹⁶ También en carne de *Bos indicus* y *Bos taurus* se han identificado diferencias significativas en la temeza de su carne.⁸⁵

Para las características descriptivas del olor de la carne de ovino, se percibió un olor a carne cruda más pronunciado para la carne de P y PS. Durante la cocción, debido a las reacciones entre proteínas, grasas y ácidos libres presentes en el músculo, se generan compuestos volátiles que se liberan de la carne definiendo un olor característico de ésta.^{20, 59, 96} Por lo tanto, la diferenciación en la composición química entre los grupos raciales estudiados provocó que existiera una diferencia en el olor percibido de su carne. En las evaluaciones sensoriales realizadas en otras

investigaciones en que los jueces evalúan la intensidad de sabor, se han encontrado diferencias significativas entre cruza de ovinos y bovinos.^{69, 85, 86}

Se identificó un efecto de interacción grupo racial x dieta y grupo racial x sexo para fibrosidad (ver Cuadro 17). Aparentemente, la fibrosidad de la carne de ovino depende del tipo de animal, de su alimentación y de su sexo. La carne que presentó menor fibrosidad fue la de PR (ambas dietas y sexos), como se mencionó en resultados. Quizás esta característica esté relacionada con la cantidad de colágeno que envuelve cada una de las fibras musculares que conforman el músculo y con la cantidad de grasa intramuscular; ambos componentes químicos se identificaron en menor porcentaje en la carne de la craza PR. Esto se fundamenta en la estabilidad de la triple hélice de colágeno que se estabiliza y es más fuerte cuando existe una mayor cantidad de agua disponible.⁶⁹ Por lo tanto, ya que durante la cocción se evapora parte del agua de la carne, la triple hélice de colágeno carece de agua para estabilizar sus enlaces y no permite que exista rigidez en el músculo, haciendo que el sentido del gusto perciba una carne con menor fibrosidad en la craza PR en comparación con la craza PS, que tuvo un mayor contenido de humedad, o la P con un mayor contenido de grasa.

Las diferencias no significativas en la interacción grupo racial x sexo se pueden apoyar en los resultados obtenidos por Hawkins et al. (1985), quienes no encontraron diferencias significativas en las características sensoriales de temeza, jugosidad y sabor entre machos y hembras de cruza de ovinos Hampshire.⁶⁹ Además, se identificó un efecto de interacción grupo racial x sexo para el olor a sangre de la carne, el cual fue menos pronunciado para los machos PR. Tanto el olor a sangre como el olor a carne cruda pueden tener la misma justificación que se ha mencionado anteriormente.

También se presentó un efecto de interacción grupo racial x dieta x sexo para color, temeza y masticabilidad. La mayor variabilidad se mostró en las características de temeza y masticabilidad entre los diferentes grupos estudiados; estas diferencias se deben principalmente al contenido de proteína, grasa y colágeno presentes en la carne, ya que su deposición se diferencia según el grupo racial, sexo y alimentación.^{6, 87}

6.4 COLOR

En los grupos raciales estudiados no se encontraron diferencias significativas en las características de color, ni se presentaron efectos de interacción entre el grupo racial con la dieta, el sexo o con ambos.

Al compararse las dietas a las que se sometieron los grupos raciales se encontró un efecto de interacción significativo en las características de color estudiadas. La sustitución de ensilado de

maíz por bagazo de cítrico afectó las características de color, cosa que no sucedió con la composición química, terneza y características sensoriales.

Para este caso, la intensidad de color fue la única característica de color que presentó diferencias entre dietas. Al respecto, no se han encontrado estudios instrumentales de color en carne de ovino que permitan hacer el contraste con este trabajo. Sin embargo, se presentaron diferencias significativas en las características de tonalidad e intensidad para carne de bovinos *Bos taurus* y *Bos indicus*, según lo reportado por Wulf et al. (1997).⁶⁵

Las diferencias no significativas en la interacción grupo racial x sexo se pueden apoyar en los resultados obtenidos por Hawkins et al. (1985), quienes no encontraron diferencias significativas en las características sensoriales de terneza, jugosidad y sabor entre machos y hembras de cruza de ovinos Hampshire.⁶⁶

Es importante indicar que las diferencias encontradas en el color de la carne dependen mucho de la cantidad de pigmentos presentes en el músculo; algunos investigadores atribuyen un color intenso a la carne de animales viejos. Sin embargo, también el color puede modificarse con el pH de la carne.^{67, 100}

6.5 CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS

Las características tecnológicas de la carne de ovino presentaron un efecto significativo del grupo racial en la presente investigación (ver Cuadro 21). La capacidad de retención de agua (CRA) fue mayor en la carne de ovino P. La capacidad de emulsificación (CE) fue mayor en la carne de ovinos PS.

A partir de estos datos se puede predecir la opción más viable para el consumo de la carne de ovino. Se ha encontrado que en carnes con baja CRA (por abajo de 4 ml de agua retenida por g de muestra) es más fácil extraer la fracción miofibrilar haciendo uso de extractos salinos.^{47, 101} Estas proteínas miofibrilares funcionan como estabilizadores en los productos cárnicos finamente picados como la bologna, mortadela y salchicha, debido a que interactúan con la grasa y el agua del sistema para formar un gel estable al someterse a cocción.¹⁰² En cambio con una buena CRA (por arriba de 7 ml de agua retenida por g de muestra) se facilita la elaboración de productos reestructurados en los que se adicionan algunas gomas para mejorar su apariencia y diversificar su forma en el mercado.^{101, 103} Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación, la carne de ovino puede emplearse en la elaboración de productos cárnicos finamente picados y productos curados por su baja CRA, facilitando la emulsificación y los procesos de secado durante el curado.^{47, 101, 103}

Por otro lado, el conocer la CE de la carne de ovino, y cuál es la carne más favorable a emplear con respecto a ésta propiedad, permite especificar la cantidad de grasa que puede incorporarse a un producto de acuerdo con la cantidad de proteína que puede ser emulsificada.¹⁰⁴
¹⁰⁵ Además hay que considerar que la presencia de otros ingredientes o aditivos en la formulación de productos cárnicos emulsionados causaran diferencias en la CE de la fracción proteica.^{106, 107,}
¹⁰⁸

También se ha encontrado que la tecnología de elaboración de los productos cárnicos tiene un impacto importante sobre la emulsificación de grasa a través de la solubilización de las proteínas miofibrilares de la carne.^{102, 107, 109} La emulsificación es la parte fundamental que distribuye y estabiliza la grasa de un producto antes del proceso de cocción, ya que en la cocción es cuando se fija y estabiliza la proteína en el producto terminado.^{109, 110}

La importancia de estas características recae en que si no existe disposición de carne con propiedades emulsificantes para la elaboración de pastas finas, no se permitirá la formación de una emulsión estable con buena CRA capaz de mantener la textura y apariencia deseable en los productos que busca el consumidor.^{104, 106, 107}

Se presentó un efecto de sexo donde los machos presentaron mayor CRA y CE que las hembras (ver Cuadro 22). Con respecto a esto, se ha encontrado que los productos con grasa emulsificada presentan una mayor CRA.^{107, 109}

También se presentó un efecto de interacción grupo racial x sexo para CRA y CE (ver Cuadro 23) donde se observó que la carne de ambos sexos de PR no presentó diferencias en la CE pero si en la CRA cumpliéndose lo expuesto para el efecto de sexo. Este efecto de interacción queda fundamentado en el grado de engrasamiento de los animales, ya que del análisis químico se determinó que la carne de PR, los machos de P y PS no presentaron mucha grasa; por lo tanto, la carne de estos animales presentó mayor facilidad para que la matriz proteica emulsificara una mayor cantidad de grasa y además tuviera una mayor CRA.

6.6 CORRELACIONES

De la presente investigación se obtuvieron muchas correlaciones significativas de las características de calidad de la carne de ovino evaluadas.

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 cruas (PR y PS), como se mencionó en la discusión del análisis químico. 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.^{4, 6, 9, 10}

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.^{42, 63} 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.⁹⁹

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.^{20, 102, 109}

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).⁹⁹ Por lo tanto, la afinidad entre colágeno y la grasa que se puede depositar a su alrededor esta correlacionada directamente, aunque hay que considerar que la correlación únicamente justifica un 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 reportada en otras investigaciones.

En la fuerza de corte no se presentó correlación significativa con el colágeno y la grasa; sin embargo, si existió una correlación para proteína, lo cual se explica bajo la misma justificación expuesta para colágeno y grasa. Con esto se justifica que la carne de las hembras P sometidas a la dieta A presentara una menor fuerza de corte y por lo tanto una mayor ternura. Aquí hay que recordar que este efecto es de la interacción grupo racial x sexo porque no existió diferencia significativa entre dietas para la composición química de la carne.

En la evaluación sensorial también se presentaron correlaciones significativas con la composición química. El contenido de grasa se correlacionó indirectamente con el color evaluado por los jueces; es decir, que la carne con mayor contenido de grasa después de la cocción no presentó un color marrón sino más bien coloraciones rosáceas. Aunque en la evaluación de otras

características sensoriales, como textura grasosa y sabor grasoso, no se identificaron correlaciones asociadas al color, indirectamente se encontraron otras correlaciones asociadas.

Entre la textura grasosa y el sabor grasoso se presentó una correlación directa; es decir, que en la carne con una textura grasosa se percibió el sabor de la grasa. También con la textura grasosa se correlacionó el olor a sangre en forma inversa y este último, a su vez, con el color. Al no existir cambios notorios de color en la carne debido al contenido de grasa presente en está inmediatamente se asocia a una mala cocción y se percibe el olor a sangre. También el olor a sangre mostró una correlación directa con el contenido de grasa, por lo que se refuerza la discusión de los párrafos anteriores.

La ternura se correlacionó con el contenido de proteína y colágeno de forma directa, lo cual es similar a lo encontrado en la evaluación a través de la fuerza de corte. A mayor ternura se presentó un mayor contenido de proteína y colágeno; sin embargo, Harris et al. (1992) presentaron una correlación no significativa entre la ternura y el contenido total de colágeno en bovinos.⁹³

La ternura evaluada por los jueces se correlacionó con la jugosidad de la carne. Esto se justifica por la estructura química del colágeno, ya que al existir una forma de hélice débil hidrofílicamente la humedad se concentra más fácilmente en el interior del trozo de carne y se percibe una mayor jugosidad en la carne cocinada.

También se correlacionó directamente la ternura con la maleabilidad y masticabilidad de la carne, entre otras características sensoriales; sin embargo, estas dos características se correlacionaron con el contenido de proteína y colágeno, además de que la masticabilidad de la carne también se correlacionó con el contenido de grasa; por lo tanto la masticabilidad de la carne se favorece con la presencia de un músculo grasoso.

Ahora bien, la masticabilidad y la maleabilidad también se correlacionaron directamente; es decir, que cuando se percibe una carne con una agradable ternura, ésta será fácilmente maleable y masticable al momento de consumirla.

En la evaluación instrumental de color, las tres características de éste se correlacionaron significativamente con la composición química de la carne, a excepción de la grasa con la tonalidad y el colágeno con la intensidad. A este respecto no he encontrado información relacionada o que explique tales resultados, por lo que es una suposición interesante para iniciar nuevas investigaciones.

En cuanto a las características tecnológicas, se encontraron correlaciones interesantes que justifican en parte el comportamiento de la carne al elaborar un producto cárnico. La proteína se correlacionó directamente con la CE, como ya se había explicado. La solubilización de la proteína es el factor primordial para lograr, primero, formar la emulsión y, segundo, dar la estabilidad al producto una vez que se ha sometido a cocción. También el contenido de grasa se correlacionó con la CE, sólo que en este caso a la inversa; es decir, que si en un sistema cárnico se agrega

más grasa de la que se puede emulsificar con ayuda de la proteína, la CE de esa carne se verá disminuida, no presentándose una estabilización del sistema durante la emulsificación. Además, el contenido de agua se correlacionó directamente con la CE, lo cual justifica que se tenga una mejor retención de agua en los productos emulsificados.^{102, 107}

El tener una buena CE representa tener una buena CRA; sin embargo, cuando se tiene presencia de grandes cantidades de grasa, la CE se ve disminuida de igual forma que la CRA. Bajo esta explicación se justifica la correlación inversa entre CRA y contenido de grasa.

En cambio, la correlación directa entre CRA y colágeno se debe a la hidratación de la molécula de colágeno que retiene una mayor cantidad de agua para poder gelificar en el producto elaborado y estabilizar la emulsión, proporcionando al producto un buen aspecto.^{20, 102, 107}

La fuerza de corte (que mide indirectamente la ternura) se correlacionó indirectamente con la ternura evaluada sensorialmente. Esta misma relación fue encontrada por otros investigadores según lo reportado por Surmacka (1968) en un estudio de revisión.¹¹⁰ Y de igual forma que la ternura por evaluación sensorial, la fuerza de corte se correlacionó con la maleabilidad y masticabilidad.

Las características de color (tonalidad y brillantez) se correlacionaron con el color evaluado sensorialmente. Para este caso entre mayor fuera el color detectado por el panel mayor tonalidad y brillantez se tuvo en la carne cocida. No se han encontrado estudios que refuercen estos resultados. Sin embargo, la tonalidad y brillantez se correlacionaron con características sensoriales que anteriormente se mencionaron y que están correlacionadas con el contenido de grasa y colágeno.

A diferencia de la tonalidad y brillantez, la intensidad se correlacionó inversamente con la CE y CRA. Quizás estas correlaciones estén relacionadas con la cantidad de proteína presente en la carne, y por lo cual, al no existir una proporción alta de proteína, no se desarrollan las propiedades funcionales de éstas en la elaboración de productos, reflejándose en una baja CE y CRA.

Para finalizar quiero mencionar que las deducciones que se justificaron con las correlaciones encontradas en el estudio, aun deben investigarse más y reforzar está investigación, averiguando cuales son los otros factores asociados que influyen sobre las características estudiadas de calidad, y así poder comprender de una mejor forma la calidad de la carne de ovino que se comercializa en nuestro país.

CONCLUSIONES

Se evaluó la calidad de carne de ovinos Pelibuey (P), Pelibuey-Rambouillet (PR) y Pelibuey-Suffolk (PS) y se encontró lo siguiente:

La cruce de ovinos Pelibuey con Rambouillet o Suffolk proporcionó una carne de diferente calidad que la carne que presentaron los Pelibuey puros, con esto se aceptó la hipótesis alterna.

El grupo racial presentó efecto en la composición química (humedad, grasa y colágeno), ternera (fuerza de corte), características sensoriales (color, ternera, olor a carne cruda) y características tecnológicas (CE y CRA).

La sustitución de ensilado de maíz por bagazo de cítricos en la dieta presentó únicamente efecto en la intensidad de color (evaluación instrumental).

El sexo presentó efecto en la composición química (humedad, grasa, colágeno y cenizas), en la ternera (fuerza de corte) y en las características tecnológicas (CE y CRA).

El grupo racial y la dieta presentaron efecto en la textura fibrosa de la carne.

El grupo racial y el sexo presentaron efecto en la composición química (grasa y cenizas), ternera (fuerza de corte), características sensoriales (fibrosidad, olor a sangre) y características tecnológicas (CE y CRA).

Se presentó efecto del grupo racial, dieta y sexo en la ternera (fuerza de corte) y características sensoriales (color, ternera, masticabilidad).

En general se concluye que el cruzamiento mejoró muchas de las características de calidad de la carne de ovino Pelibuey, lo cual hace más atractivo el uso de las cruces PR y PS para proporcionar al consumidor carne de ovino de mejor calidad, de acuerdo con las características y necesidades que busca al consumir en su dieta carne de ovino.

LITERATURA CITADA

1. De Lucas TJ, Arbiza ASI. Producción ovina en el Mundo y México. Cuadernos de divulgación en producción ovina. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan, UNAM, 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 Curso de Actualización de Ovinos; 1994 marzo 22-25; Toluca (Edo. de México) México. México (DF): INIFAP-SARH, FES-C UNAM, 1994: 1-14.
4. Cole HH. Producción animal. 2ª ed. Zaragoza, España: Acribia, 1973.
5. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación. Anuario. FAO, 1996.
6. Arbiza ASI, De Lucas TJ. Producción de carne ovina. 1ª ed. México, D.F.: Editores Mexicanos Unidos, S.A., 1996.
7. Ojeda CA. Engorda de ovinos (borregos) Tabasco en estabulación en trópico. Vet. Méx. 1992; 23 (1): 5-10.
8. Confederación Nacional Ganadera. Información Económica Pecuaria. México (DF): Dirección de Estudios Económicos y Comerciales, Mayo, 1995.
9. Haresign W, editor. Producción ovina. 1ª ed. México: A.G.T. Editor, S.A., 1989.
10. Ensminger ME, Parker RO. Sheep & Goat Science. 5a ed. USA: The Interstate Printers & Publishers, Inc., 1986.
11. Rivas PF. Integración de la ovinocultura a otras actividades económicas. Memorias Curso de Actualización de Ovinos; 1994 marzo 22-25; Toluca (Edo. de México) México. México (DF): INIFAP-SARH, FES-C UNAM, 1994: 16-23.
12. Calderwood M. México país ganadero. 1ª ed. México, D.F.: SARH, 1994.
13. Fraser A, Stamp TJ. Ganado ovino – producción y enfermedades. 1ª ed. España: Ediciones Mundi – Prensa, 1989.
14. Martínez RL, Amaro GR. Fundamentos de la utilización de los granos de cereales en la alimentación de los ovino. Memorias Curso de Actualización de ovinos; 1994 marzo 22-25; Toluca (Edo. de México) México. México (D.F.): INIFAP-SAHR, FES-C UNAM, 1994: 199-209.

15. Ortega RL. Comportamiento alimenticio de ovinos en pastoreo. Memorias Curso de Actualización de ovinos; 1994 marzo 22-25; Toluca (Edo. de México) México. México (D.F.): INIFAP-SAHR, FES-C UNAM, 1994: 189-197.
16. Surak J. Un solo sistema no es suficiente para alcanzar la calidad total. Carnetec 1996; septiembre: 24-27.
17. Martín I. El color de la carne y la vitamina E. Carnetec 1998; enero/febrero: 20-23.
18. Velazco J. La suavidad y textura de la carne. Carnetec 1996; noviembre: 16-19.
19. Lawrie RA. Ciencia de la carne. 1ª ed. Zaragoza, España: Acribia, 1977.
20. Fennema OR. Introducción a la ciencia de los alimentos. 1ª ed. Barcelona, España: Reverte, 1985.
21. Balconi IR. Situación histórica, actual y tendencias de la avicultura mundial. Tecnología Avipecuaria en Latinoamérica 1998; julio: 20-40.
22. Servicio Nacional de Información de Mercados. Sistema informativo de ovinos y caprinos. México (D.F.):SNIM, 1997.
23. Méndez RD. Estudio de la tipificación y composición de canales de ovino mayor en ovejas de raza merina (tesis de doctorado). Córdoba, España: Universidad de Córdoba, 1991.
24. Wood JD. Factors affecting carcass composition. Span 1983; 26(1): 29.
25. Fisher AV. New approaches to measuring fat in the carcasses of meat animals. In: Reducing fat in meat animals. Editors Wood JD, Fisher AV. London (UK): Elsevier Applied Science Publisher Limited, 1990: 255-343.
26. Thompson JM, Atkins KD, Gilmour AR. Carcass characteristics of heavy weight crossbreed lambs II - Carcass composition and partitioning of fat. Aust. J. Agric. Res. 1979; 30: 1207-1214.
27. Jones SDM. The accumulation and distribution of fat in ewe and ram lambs. Can. J. Anim. Sci. 1982; 62: 381-386.
28. Kirton AH, Barton RA. The efficiency of determining the chemical composition of lamb carcasses. J. Agric. Sci. 1962; 58: 381.
29. Busboom JR, Miller GJ, Field RA, Crouse JD, Riley ML, Nelms E, Ferrell CL. Characteristics of fat from heavy ram and wether lambs. J. Anim. Sci. 1981; 52: 83.
30. Martínez AAMM, Bores QR, Velázquez MPA, Castellanos RAF. Influencia de la castración y del nivel energético de la dieta sobre el crecimiento y composición corporal del borrego Pelibuey. Técnica Pecuaria México 1990; 28 (3): 125-132.
31. Tatum JD, Savell JW, Cross HR, Butler JG. Anational survey of lamb cutability traits. SID Res. J. 1988; 5 (1): 23-31.

32. Crouse JD, Busboom JR, Field RA, Ferrell CL. The effects of breed, diet, sex, localitation and slaughter weight on lamb growth, carcass composition and meat flavor. *J. Anim. Sci.* 1991; 53 (2): 376-386.
33. Smith GC, Carpenter ZL, King GT. Ovine carcass cutability. *J. Anim. Sci.* 1969; 29: 272-282.
34. Forrest JC, Merkel RA, Mackinthosh DL. Influence of preslaughter treatment on some physical and chemical muscle characteristics of lamb. *J. Anim. Sci.* 1991; 53(2): 376-386.
35. Carpenter ZL, King GT. Factor influencing quality of lamb carcasses. *J. Anim. Sci.* 1965; 24: 861.
36. Paul P, Toten CJ, Spurlock GH. Eating quality of lamb III - Overall comparisons and interrelationships. *Food Technology* 1964; 18: 1785.
37. 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 de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 1994; 34: 35-51.
38. Aberle DE, Reeves ES, Judge MR, Hunsley RE, Perry TW. Palatability and muscle characteristics of cattle with controlled weight gain: time on a high energy diet. *J. Anim. Sci.* 1981; 52: 757.
39. Shimada AS. Aprovechamiento de subproductos agrícolas y desperdicios industriales para la alimentación de los rumiantes en México. *Memorias X Congreso Mundial de Buiatría; 1978 agosto 16-19; Distrito Federal México. Asociación Mundial de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos; 811.*
40. Viana M, calderon F, Shimada AS. Estudios recientes con ensilaje de caña de azúcar como forraje para rumiantes. *Memorias X Congreso Mundial de Buiatría; 1978 agosto 16-19; Distrito Federal México. Asociación Mundial de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos; 824.*
41. Rodríguez F, Barradas H, Castellanos S, Lagune J, Merino H, et al. Empleo de bagacillo de caña como alimento para bovinos. *Memorias X Congreso Mundial de Buiatría; 1978 agosto 16-19; Distrito Federal México. Asociación Mundial de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos; 835.*
42. Kirk RS, Sawyer R, Egan H. *Composición y análisis de alimentos de Pearson. 2ª ed. México: Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., 1996.*
43. Lushbough CH, Scheweigert BS. *The science of meat and meat products. American Meat Institute Foundation USA, San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1960.*
44. Moss M, Holden JM, Ono K, Cross HR, Slover HT, Berry B, et al. Nutritional composition of fresh retail pork. *J. Food. Sci.* 1983; 48: 1767-1771.

45. Lin KC, Cross HR, Johnson HK, Breidenstein BC, Ono K. Nutrient composition of U.S. and New Zeland lamb. *J. of Food Composition and Analysis* 1998, 1: 166-177.
46. López-Palacios MG, Rubio LMS. Tecnologías para la evaluación objetiva de las canales de animales para abasto. *Vet. Méx.* 1998; 29 (3): 279-289.
47. Flores J, Bermell S. Propiedades funcionales de las proteínas miofibrilares: capacidad de retención de agua. *Rev. Agroquímica y Tecnología de Alimentos* 1984; 24 (2): 151-158.
48. Fennema O. Water and protein hidratation. In: *Food proteins*. Editors Whitaker JR, Tannenbaum SR. USA: Avi Publishing Co. Westport, 1977.
49. Hamm R. Sobre la capacidad de la carne para ligar agua. *Die Fleischerei* 1982; 9 (VII).
50. Hamm R. Water-holding capacity of meat. In: *meat*. Editors Cole DJA, Lawrie RA. Inglaterra: Butterworths, 1975.
51. Honikel KO. Retención de agua y emulsión de la grasa en la elaboración de pastones para embutidos escaldados. *Fleischwirtschaft* 1994; 2 (30): 36.
52. Reddy BR, Terrell RN, Dutson TR, Smith GC, Savell JW. Sodium acid pyrophosphate in linked sausages made with pork and/or goat meat. *J. of Food Quality* 1987; 10: 437.
53. Sikorski ZE, Scott D. The role of collagen in the quality and processing of fish. *Food Sci. Nutrition* 1984; 20 (4): 301.
54. Brennand CP, Mendenhall VT. Acceptance and species identification of turkey steaks prepared with beef, pork, lamb and turkey fat. *J. Food Sci.* 1981; 45: 1624.
55. Baliga BR, Madaiah N. Preparation of sausage. *J. Food Sci.* 1971; 36: 607.
56. Ogmundsson J, Adalsteinsson S. Traditional smoke curing of mutton in Iceland - In summaries of additional papers on smoke curing. *Food Technology* 1979; 33 (5): 86.
57. Pedrero FDL, Pangborn RM. *Evaluación sensorial de los alimentos - Métodos analíticos*. 1ª ed. España: Alhambra S.A., 1989.
58. Stone H, Sidel JL. *Sensory evaluation practices*. 2ª ed. USA: Academic Press, Inc., 1993.
59. Anzaldúa-Morales F. *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. 1ª ed. España: Acribia, S.A., 1994.
60. Giese J. Measuring physical propieties of food. *Food Technology* 1995; 49 (2): 54-63.
61. Claus JR. Methods for the objetive measurement of meat product texture. 48 th annual reciprocal meat Conference; 1995 agosto 20-25; San Antonio (Texas).
62. De la Puente J. *Exterior y manejo de los animales domésticos*. 3ª ed. México: UNAM, 1981.
63. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*. USA (Arlington): AOAC, 1990.

64. American Meat Science Association. Guidelines for cookery and sensory evaluation of meat. Chicago, IL: AMSA, 1978.
65. Guerrero LI, Arteaga MMR. Tecnología de Carnes. 1a ed. México: Trillas, 1990.
66. SAS Institute: SAS / STAT guide for personal computers. Versión 6.08 ed. Cary (NC): SAS Institute Inc., 1995.
67. Flores J, Toldrá F. Problemática del desarrollo y comercialización de productos cármicos con reducido contenido de grasa y de sodio. AICE 1991; 35: 5-7.
68. Flores J, Nieto P. Composición y características de los lípidos de los tejidos adiposos y muscular del cerdo. Rev. Agroquímica y Tecnología de Alimentos 1985; 25(3) : 305 – 315.
69. 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 Production Sci. 1985; 12: 241- 250.
70. Johnson DD, Mc Gowan CH, Nurse G, Anous MR. Breed type and sex effects on carcass traits, composition and tenderness of young goats. Small Ruminant Research 1995; 38: 57 – 63.
71. Cross HR, Carpenter ZL, Smith GC. Effects of intramuscular collagen and elastin on bovine muscle tenderness. J. of Food Sci. 1973; 38: 998 – 1003.
72. Harris JJ, Miller RK, Savell JW, Cross HR, Ringer LJ. Evaluation of the tenderness of beef top sirloin steaks. J. of Food Sci. 1992; 57 (1): 6 - 9.
73. Wu JJ, Dutson TR, Carpenter ZL. Effect of post-mortem time and temperature on bovine intramuscular collagen. Meat Sci. 1982; 7: 161 – 168.
74. Ritchey SJ, Cover S, Hostetler RL. Collagen content and its relation to tenderness of connective tissue in two beef muscles. Food technology 1963; 17 (2): 76 – 79.
75. 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.
76. Allen CE, Foegeding EA. Some lipid characteristics and interaction in muscle foods – a review. Food Technology 1981; mayo: 253 – 257.
77. Orcasberro R. Apuntes sobre nutrición en ovinos. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo, 1983.
78. Fernández RS, Orcasberro R. Importancia del valor nutritivo de los forrajes en la nutrición ovina. Memorias Curso de Nutrición Ovina, 1981 junio 15 – 19; Cuautitlán (Edo. de México) México. México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM, 1981: 5 – 38.

79. 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 Research 1998; 27 (2): 151 – 157.
80. Gómez AR, Hernández GJ, Castellanos RA. Evaluación del crecimiento del borrego Pelibuey alimentado con niveles crecientes de energía en la dieta. Técnica Pecuaria en México 1982; 42: 65 – 69.
81. Morales ZIE, Rodríguez PC, Solis 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 XXI Congreso Nacional de Buiatria; 1997 julio 9 – 12; Colima (Colima) México. México Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos; 463 – 466.
82. Cervantes A, Rodríguez F, Monroy V, Arroyo D, Shimada AS. Empleo de los subproductos de la piña en la alimentación de bovinos. Memorias X Congreso Mundial de Buiatría; 1978 agosto 16-19; Distrito Federal México. Asociación Mundial de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos; 834.
83. López-Palacios MG, Rubio LMS, Méndez MRD. Evaluación y despiece de ovejas de desvieje de diferentes razas según la clasificación de EE.UU. Memorias XXI Congreso Nacional de Buiatría; 1997 julio 9-12; Colima (Colima) México. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos; 557.
84. Riley RR, Savell JW, Johnson DD, Smith GC, Shelton M. Carcass grades, rack composition and tenderness of sheep and goats as influenced by market class and breed. Small Ruminant Research 1989; 2: 273 – 280.
85. Wulf DM, O'Connor SF, Tatum JD, Smith GC. Using objective measures of muscle color to predict beef *Longissimus* tenderness. J. Anim. Sci. 1997; 75: 684 – 692.
86. Solomon MB, Kemp JD, Moody WG. Effect of breed and slaughter weight on physical, chemical and organoleptic properties of lamb carcasses. J. of Anim. Sci. 1980; 51 (5): 1102 – 1107.
87. Colomer-Rocher F. La clasificación de las canales ovinas y bovinas – su posible homologación. España (Zaragoza): Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, serie: producción Animal, 1979.
88. Wheeler TL, Koohmaraie M, Crouse JD. Effects of calcium chloride injection and hot boning on the tenderness of round muscles. J. Anim. Sci. 1991; 69: 4871-4875.
89. Berge P, Culioli J, Reverre M, Touraille C, Micol D, et al. Effect of freed protein on carcass composition and meat quality in steers. Meat Sci. 1993; 35: 79-92.

90. Miller RK, Cross HR. Effect of feed energy intake on collagen characteristics and muscle quality of mature cows. *Meat Sci.* 1987; 21: 287-294.
91. Dransfield E. Meat tenderness. *Meat Focus International* 1992, 9 (septiembre).
92. Miller RK, Cross HR, Crouse JD, Tatum JD. The influence of diet and time on feed on carcass traits and quality. *Meat Sci.* 1987; 19: 303-313.
93. Harris JJ, Miller RK, Savell JW, Cross HR, Ringer LJ. Evaluation of the tenderness of beef top sirloin steaks. *J. of Food Sci.* 1992; 57 (1): 6 – 9, 15.
94. Koochmaraie m, Shackelford SD. Effect of calcium chloride infusion on the tenderness of lamb fed a β -adrenergic agonist. *J. Anim. Sci.* 1991; 69: 2463-2471.
95. Cunningham NL, Carpenter ZL, King GT, Butler OD, Shelton JM. Relationship of linear measurements and certain carcass characteristics to retail value, quality and tenderness of ewe, wether and ram lambs. *J. of Anim. Sci.* 1967; 26 (4): 683 – 687.
96. Lawrie RA. *Meat Science*. 1a ed. Oxford, Inglaterra: Pergamon Press, 1966.
97. Rocha AE. El tratamiento térmico de las carnes procesadas. *Carnetec* 1999; marzo/abril: 22-26.
98. Benítez AA. Los placeres de la carne: saborizantes. *Tecnología de Alimentos* 1998; 33(2) febrero: 26-34.
99. Martin WD, Mayes PA, Rodwell VW, Granner DK. *Bioquímica de Harper*. 20ª ed. México, D.F.: El Manual Moderno, S.A. de C.V., 1986.
100. Lawrie RA. *Meat Science*. 3a ed. Oxford, Inglaterra: Pergamon Press, 1974.
101. Breitt KP. Optimizing utility of low water-holding capacity meat. *Reciprocal Meat Conference Proceedings*; 1995 august 20 – 25; San Antonio (Texas) E.U.. E.U.: Texas A&M University 1995: 76 – 80 (Vol. 48).
102. Kenney B. Parte I: consideraciones para la fabricación de embutidos finamente picados. *Carnetec* 1997; marzo/abril: 24-26.
103. Cambero MI, López MO, de la Hoz L, Ordóñez JA. Carnes reestructuradas – composición y fenómenos de ligazón. *Agroquímica y tecnología de Alimentos* 1991; 31 (39): 293 – 309.
104. Pearce KN, Kinsella JE. Emulsifying properties of proteins – evaluation of a turbidimetric technique. *J. Agric. Food chem.* 1978; 3 (26): 716 – 723.
105. Li-Chan E, Nakai S, Wood DF. Relationship between functional (fat binding, emulsifying) and physicochemical properties of muscle proteins – effects of heating, freezing, pH and species. *J. of food Sci.* 1985; 50: 1034 – 1040.

106. Flores J, Bermell S. Capacidad de emulsión de las proteínas miofibrilares. *Rev. Agroquímica y Tecnología de Alimentos* 1985; 25 (4): 481 – 489.
107. Beriain MJ, Sánchez-Monje JM, Bello J. Efecto de la tecnología de elaboración en las propiedades emulsificantes de las proteínas de distintos productos cárnicos. *Alimentaria* 1990; marzo: 15 – 19.
108. Li-Chan E, Nakai S, Wood DF. Hydrophobicity and solubility of meat proteins and their relationship to emulsifying properties. *J. of food Sci.* 1984; 50: 345 – 350.
109. Kenney B. Parte II: consideraciones para la fabricación de embutidos finamente picados. *Carnetec* 1997; julio/agosto: 22-24.
110. Surmacka SA. Correlations between objective and sensory texture measurements. *Food Technology* 1968; 22 (985): 50-54.

ANEXO 1

CUESTIONARIO DE EVALUACION SENSORIAL

Nombre: _____ Fecha: _____ # de muestra: _____

¡Buenas tardes!

Califica la intensidad de cada uno de los atributos presentados

Color	_____	_____
	rosa	café fuerte
Jugosidad	_____	_____
	poco	mucho
Terneza	_____	_____
	poco	mucho
Textura		
Grasosa	_____	_____
	poco	mucho
Maleable	_____	_____
	poco	mucho
Masticable	_____	_____
	poco	mucho
Adherible	_____	_____
	poco	mucho
Fibrosa	_____	_____
	poco	mucho
Sabor		
Higado de res	_____	_____
	poco	mucho
Grasosa	_____	_____
	poco	mucho
Dulce	_____	_____
	poco	mucho
Salado	_____	_____
	poco	mucho
Olor		
Carne cruda	_____	_____
	poco	mucho
Carne cocida	_____	_____
	poco	mucho
Sangre	_____	_____
	poco	mucho
Dulce	_____	_____
	poco	mucho
Resabio		
Amargo	_____	_____
	poco	mucho
Carne cocida	_____	_____
	poco	mucho
Seco	_____	_____
	poco	mucho

ANEXO 2

Cuadro A: Análisis de varianza de los componentes químicos de la carne de ovinos Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk.

Fuente de variación	Grados de libertad	Humedad	Proteína	Grasa	Colágeno	Cenizas
Modelo	11	CM = 1.7226 F = 2.51 P < 0.05	CM = 0.4577 F = 2.99 P < 0.05	CM = 2.3462 F = 5.52 P < 0.05	CM = 0.0005 F = 3.38 P < 0.05	CM = 0.5429 F = 2.98 P < 0.05
Grupo racial (GR)	2	CM = 3.3736 F = 4.92 P < 0.05	CM = 0.1731 F = 1.13 n. s.	CM = 3.4173 F = 8.04 P < 0.05	CM = 0.0014 F = 8.95 P < 0.05	CM = 0.0430 F = 0.24 n. s.
Dieta (D)	1	CM = 0.2353 F = 0.34 n. s.	CM = 0.1364 F = 0.89 n. s.	CM = 0.9852 F = 2.32 n. s.	CM = 0.0000 F = 0.01 n. s.	CM = 0.0194 F = 0.11 n. s.
Sexo (S)	1	CM = 8.8969 F = 12.98 P < 0.05	CM = 0.5176 F = 3.38 n. s.	CM = 13.0443 F = 30.69 P < 0.05	CM = 0.0014 F = 9.10 P < 0.05	CM = 1.7196 F = 9.43 P < 0.05
GR x D	2	CM = 0.1605 F = 0.23 n. s.	CM = 0.2169 F = 1.42 n. s.	CM = 0.3664 F = 0.86 n. s.	CM = 0.0001 F = 0.57 n. s.	CM = 0.2222 F = 1.22 n. s.
GR x S	2	CM = 1.3034 F = 1.90 n. s.	CM = 0.3722 F = 2.43 n. s.	CM = 3.1093 F = 7.32 P < 0.05	CM = 0.0001 F = 0.51 n. s.	CM = 1.2454 F = 6.83 P < 0.05
D x S	1	CM = 0.9212 F = 1.34 n. s.	CM = 1.5810 F = 10.33 P < 0.05	CM = 0.6753 F = 1.59 n. s.	CM = 0.0004 F = 2.58 n. s.	CM = 0.2545 F = 1.40 n. s.
GR x D x S	2	CM = 0.5303 F = 0.77 n. s.	CM = 0.4729 F = 3.09 n. s.	CM = 0.1477 F = 0.35 n. s.	CM = 0.0001 F = 0.54 n. s.	CM = 0.1543 F = 0.85 n. s.
Error	48	CM = 0.6856	CM = 0.1530	CM = 0.4250	CM = 0.0002	CM = 0.1824
Total	59	SC = 51.8561	SC = 12.3781	SC = 46.2083	SC = 0.0129	SC = 14.7275

SC = Suma de cuadrados

CM = Cuadrado medio

F = Valor de la prueba F

P = probabilidad

n.s. = no hay diferencia significativa ($p > 0.05$)

ANEXO 2

Cuadro B: Análisis de varianza de terneza de la carne de ovinos Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk.

Fuente de variación	Grados de libertad	Terneza
Modelo	11	CM = 5.2919 F = 8.94 P < 0.05
Grupo racial (GR)	2	CM = 0.3179 F = 0.54 P < 0.05
Dieta (D)	1	CM = 0.0495 F = 0.08 n. s.
Sexo (S)	1	CM = 23.5340 F = 39.77 P < 0.05
GR x D	2	CM = 1.3674 F = 2.31 n. s.
GR x S	2	CM = 9.2584 F = 15.64 P < 0.05
D x S	1	CM = 1.3735 F = 2.32 n. s.
GR x D x S	2	CM = 4.1961 F = 7.09 P < 0.05
Error	168	CM = 0.5918
Total	179	SC = 157.6353

SC = Suma de cuadrados

CM = Cuadrado medio

F = Valor de la prueba F

P = probabilidad

n.s. = no hay diferencia significativa ($p > 0.05$)

ANEXO 2

Cuadro C1: Análisis de varianza de las características sensoriales de la carne de ovinos Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk.

Fuente de variación	Grados de libertad	Color	Jugosidad	Temeza	Textura Grasosa	Textura Maleable
Modelo	10	CM = 3.6214 F = 2.56 P < 0.05	CM = 1.6804 F = 0.91 n. s.	CM = 3.6079 F = 1.77 n. s.	CM = 0.4470 F = 1.65 n. s.	CM = 2.6807 F = 1.34 n. s.
Grupo racial (GR)	2	CM = 4.9175 F = 3.47 P < 0.05	CM = 1.4251 F = 0.77 n. s.	CM = 7.6298 F = 3.75 P < 0.05	CM = 0.4410 F = 1.63 n. s.	CM = 1.1726 F = 0.58 n. s.
Dieta (D)	1	CM = 2.9720 F = 2.10 n. s.	CM = 3.7999 F = 2.06 n. s.	CM = 0.0002 F = 0.00 n. s.	CM = 0.0377 F = 0.14 n. s.	CM = 0.1290 F = 0.06 n. s.
Sexo (S)	1	CM = 4.8311 F = 3.41 n. s.	CM = 1.1193 F = 0.61 n. s.	CM = 0.0874 F = 0.04 n. s.	CM = 0.2566 F = 0.95 n. s.	CM = 2.7265 F = 1.36 n. s.
GR x D	2	CM = 0.9451 F = 0.67 n. s.	CM = 3.0569 F = 1.66 n. s.	CM = 4.3817 F = 2.15 n. s.	CM = 0.1278 F = 0.47 n. s.	CM = 0.6974 F = 0.35 n. s.
GR x S	2	CM = 1.2268 F = 0.87 n. s.	CM = 0.0896 F = 0.05 n. s.	CM = 0.6846 F = 0.34 n. s.	CM = 0.5169 F = 1.91 n. s.	CM = 5.6993 F = 2.84 n. s.
D x S	1	CM = 2.5962 F = 1.83 n. s.	CM = 0.0007 F = 0.00 n. s.	CM = 0.2917 F = 0.14 n. s.	CM = 0.3047 F = 1.13 n. s.	CM = 1.2533 F = 0.62 n. s.
GR x D x S	2	CM = 7.3274 F = 5.17 P < 0.05	CM = 3.4025 F = 1.84 n. s.	CM = 11.6560 F = 5.73 P < 0.05	CM = 0.2195 F = 0.81 n. s.	CM = 4.2486 F = 2.12 n. s.
Error	128	CM = 1.4159	CM = 1.8454	CM = 2.0347	CM = 0.2707	CM = 2.0075
Total	138	SC = 217.4531	SC = 253.0183	SC = 296.5200	SC = 39.1219	SC = 283.7694

SC = Suma de cuadrados CM = Cuadrado medio F = Valor de la prueba F P = probabilidad
n.s. = no hay diferencia significativa (p>0.05)

ANEXO 2

Cuadro C2: Análisis de varianza de las características sensoriales de la carne de ovinos Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk.

Fuente de variación	Grados de libertad	Textura Masticable	Textura Adherible	Textura Fibrosa	Sabor a Hígado de res	Sabor Grasoso
Modelo	10	CM = 3.4055 F = 2.02 P < 0.05	CM = 0.5685 F = 0.41 n. s.	CM = 5.6939 F = 4.49 P < 0.05	CM = 1.5294 F = 0.75 n. s.	CM = 0.2286 F = 0.67 n. s.
Grupo racial (GR)	2	CM = 4.9969 F = 2.96 n. s.	CM = 0.3811 F = 0.27 n. s.	CM = 1.4307 F = 1.13 n. s.	CM = 3.7424 F = 1.83 n. s.	CM = 0.3114 F = 0.92 n. s.
Dieta (D)	1	CM = 3.2079 F = 1.90 n. s.	CM = 0.0413 F = 0.03 n. s.	CM = 0.0014 F = 0.00 n. s.	CM = 1.9057 F = 0.93 n. s.	CM = 1.0807 F = 3.19 n. s.
Sexo (S)	1	CM = 0.5096 F = 0.30 n. s.	CM = 1.4786 F = 1.06 n. s.	CM = 4.3271 F = 3.41 n. s.	CM = 0.0390 F = 0.02 n. s.	CM = 0.1887 F = 0.56 n. s.
GR x D	2	CM = 1.3616 F = 0.81 n. s.	CM = 0.1218 F = 0.09 n. s.	CM = 6.7510 F = 5.33 P < 0.05	CM = 1.9658 F = 0.96 n. s.	CM = 0.1217 F = 0.36 n. s.
GR x S	2	CM = 0.7185 F = 0.43 n. s.	CM = 0.6170 F = 0.44 n. s.	CM = 5.2609 F = 4.15 P < 0.05	CM = 0.2684 F = 0.13 n. s.	CM = 0.1635 F = 0.48 n. s.
D x S	1	CM = 1.0171 F = 0.60 n. s.	CM = 0.1846 F = 0.13 n. s.	CM = 13.8890 F = 10.96 n. s.	CM = 0.0014 F = 0.00 n. s.	CM = 0.0086 F = 0.03 n. s.
GR x D x S	2	CM = 6.9448 F = 4.11 P < 0.05	CM = 0.5283 F = 0.38 n. s.	CM = 8.0995 F = 6.39 n. s.	CM = 0.3323 F = 0.16 n. s.	CM = 0.1081 F = 0.32 n. s.
Error	128	CM = 1.6894	CM = 1.3918	CM = 1.2678	CM = 2.0433	CM = 0.3390
Total	138	SC = 250.3010	SC = 183.8290	SC = 219.2111	SC = 276.8314	SC = 45.6819

SC = Suma de cuadrados

CM = Cuadrado medio

F = Valor de la prueba F

P = probabilidad

n.s. = no hay diferencia significativa (p>0.05)

ANEXO 2

Cuadro C4: Análisis de varianza de las características sensoriales de la carne de ovinos Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk.

Fuente de variación	Grados de libertad	Olor Dulce	Resabio Amargo	Resabio a Carne cocida	Resabio Seco
Modelo	10	CM = 0.5718 F = 0.97 n. s.	CM = 0.6360 F = 0.70 n. s.	CM = 2.7968 F = 1.23 n. s.	CM = 3.2515 F = 1.91 P < 0.05
Grupo racial (GR)	2	CM = 0.6833 F = 1.16 n. s.	CM = 1.7308 F = 1.89 n. s.	CM = 4.2166 F = 1.85 n. s.	CM = 0.6863 F = 0.40 n. s.
Dieta (D)	1	CM = 0.6474 F = 1.10 n. s.	CM = 0.0323 F = 0.04 n. s.	CM = 0.4161 F = 0.18 n. s.	CM = 1.1803 F = 0.69 n. s.
Sexo (S)	1	CM = 0.0015 F = 0.00 n. s.	CM = 0.9670 F = 1.06 n. s.	CM = 0.7374 F = 0.32 n. s.	CM = 3.7782 F = 2.22 n. s.
GR x D	2	CM = 0.5086 F = 0.86 n. s.	CM = 0.8083 F = 0.88 n. s.	CM = 2.8596 F = 1.26 n. s.	CM = 3.3789 F = 1.99 n. s.
GR x S	2	CM = 0.3318 F = 0.56 n. s.	CM = 0.0873 F = 0.10 n. s.	CM = 1.2192 F = 0.54 n. s.	CM = 0.9194 F = 0.54 n. s.
D x S	1	CM = 0.0008 F = 0.00 n. s.	CM = 0.1093 F = 0.12 n. s.	CM = 1.3625 F = 0.60 n. s.	CM = 10.2772 F = 6.05 n. s.
GR x D x S	2	CM = 1.9036 F = 3.23 n. s.	CM = 0.1282 F = 0.14 n. s.	CM = 10.6868 F = 4.69 n. s.	CM = 11.3282 F = 6.67 n. s.
Error	128	CM = 0.5898	CM = 0.9140	CM = 2.2771	CM = 1.6995
Total	138	SC = 81.2119	SC = 123.3570	SC = 319.4409	SC = 250.0482

SC = Suma de cuadrados

CM = Cuadrado medio

F = Valor de la prueba F

P = probabilidad

n.s. = no hay diferencia significativa ($p > 0.05$)

ANEXO 2

Cuadro D: Análisis de varianza de las características de color de la carne de ovinos Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk.

Fuente de variación	Grados de libertad	Tonalidad HL	Intensidad A	Brillantez B
Modelo	11	CM = 1.7969 F = 0.39 n. s.	CM = 1.4286 F = 1.31 n. s.	CM = 0.1332 F = 0.40 n. s.
Grupo racial (GR)	2	CM = 4.8978 F = 1.05 n. s.	CM = 0.4036 F = 0.37 n. s.	CM = 0.4204 F = 1.27 n. s.
Dieta (D)	1	CM = 2.5678 F = 0.55 n. s.	CM = 5.0184 F = 4.60 P < 0.05	CM = 0.1798 F = 0.54 n. s.
Sexo (S)	1	CM = 0.0389 F = 0.01 n. s.	CM = 1.2129 F = 1.11 n. s.	CM = 0.1040 F = 0.31 n. s.
GR x D	2	CM = 1.7293 F = 0.37 n. s.	CM = 2.3866 F = 2.19 n. s.	CM = 0.0478 F = 0.14 n. s.
GR x S	2	CM = 0.0501 F = 0.01 n. s.	CM = 0.9176 F = 0.84 n. s.	CM = 0.0077 F = 0.02 n. s.
D x S	1	CM = 0.2516 F = 0.05 n. s.	CM = 0.0948 F = 0.09 n. s.	CM = 0.0224 F = 0.07 n. s.
GR x D x S	2	CM = 0.5307 F = 0.11 n. s.	CM = 0.3799 F = 0.35 n. s.	CM = 0.0104 F = 0.03 n. s.
Error	48	CM = 4.6468	CM = 1.0899	CM = 0.3306
Total	59	SC = 242.8105	SC = 68.0310	SC = 17.3354

SC = Suma de cuadrados

CM = Cuadrado medio

F = Valor de la prueba F

P = probabilidad

n.s. = no hay diferencia significativa ($p > 0.05$)

ANEXO 2

Cuadro E: Análisis de varianza de las características tecnológicas de la carne de ovinos Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk.

Fuente de variación	Grados de libertad	Capacidad de Emulsificación (CE)	Capacidad de Retención de Agua (CRA)
Modelo	11	CM = 756.6000 F = 9.83 P < 0.05	CM = 2.1181 F = 7.12 P < 0.05
Grupo racial (GR)	2	CM = 1450.6844 F = 18.84 P < 0.05	CM = 2.3260 F = 7.82 P < 0.05
Dieta (D)	1	CM = 172.2881 F = 2.24 n. s.	CM = 1.4001 F = 4.70 n. s.
Sexo (S)	1	CM = 2126.2500 F = 27.26 P < 0.05	CM = 5.4743 F = 18.40 P < 0.05
GR x D	2	CM = 85.6792 F = 1.11 n. s.	CM = 0.2884 F = 0.97 n. s.
GR x S	2	CM = 1060.2690 F = 13.77 P < 0.05	CM = 2.6302 F = 8.84 P < 0.05
D x S	1	CM = 174.8595 F = 2.27 n. s.	CM = 0.1321 F = 0.44 n. s.
GR x D x S	2	CM = 123.2023 F = 1.60 n. s.	CM = 0.3744 F = 1.26 n. s.
Error	48	CM = 76.9913	CM = 0.2976
Total	59	SC = 12018.1833	SC = 37.5840

SC = Suma de cuadrados

CM = Cuadrado medio

F = Valor de la prueba F

P = probabilidad

n.s. = no hay diferencia significativa (p>0.05)

ANEXO 2

Cuadro E: Análisis de varianza de las características tecnológicas de la carne de ovinos Pelibuey, Pelibuey-Rambouillet y Pelibuey-Suffolk.

Fuente de variación	Grados de libertad	Capacidad de Emulsificación (CE)	Capacidad de Retención de Agua (CRA)
Modelo	11	CM = 756.6000 F = 9.83 P < 0.05	CM = 2.1181 F = 7.12 P < 0.05
Grupo racial (GR)	2	CM = 1450.6844 F = 18.84 P < 0.05	CM = 2.3260 F = 7.82 P < 0.05
Dieta (D)	1	CM = 172.2881 F = 2.24 n. s.	CM = 1.4001 F = 4.70 n. s.
Sexo (S)	1	CM = 2126.2500 F = 27.26 P < 0.05	CM = 5.4743 F = 18.40 P < 0.05
GR x D	2	CM = 85.6792 F = 1.11 n. s.	CM = 0.2884 F = 0.97 n. s.
GR x S	2	CM = 1060.2690 F = 13.77 P < 0.05	CM = 2.6302 F = 8.84 P < 0.05
D x S	1	CM = 174.8595 F = 2.27 n. s.	CM = 0.1321 F = 0.44 n. s.
GR x D x S	2	CM = 123.2023 F = 1.60 n. s.	CM = 0.3744 F = 1.26 n. s.
Error	48	CM = 76.9913	CM = 0.2976
Total	59	SC = 12018.1833	SC = 37.5840

SC = Suma de cuadrados

CM = Cuadrado medio

F = Valor de la prueba F

P = probabilidad

n.s. = no hay diferencia significativa ($p > 0.05$)