



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MÉRIDA

TESIS

**“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE LA CARNE Y DEL JAMÓN
AHUMADO EN OVINOS PELIBUEY Y SUS CRUZAS EN LA PENÍNSULA
DE YUCATÁN”**

PARA OPTAR AL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

PRESENTA:

IBQ.WENDY BEATRIZ MENA CANTO

ASESOR:

DR. VÍCTOR M. TOLEDO LÓPEZ

**MÉRIDA, YUCATÁN, MÉXICO.
27 DE JUNIO DE 2013**

**DEPENDENCIA: DIV. DE EST. DE POSG. E INV.
Oficio N° X/0174/2013**

MÉRIDA, YUCATÁN A 31 DE MAYO DE 2013

ASUNTO: SE AUTORIZA IMPRESIÓN

**C.WENDY BEATRIZ MENA CANTO
PASANTE DE MAESTRIA EN CIENCIAS DE
LOS ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
P R E S E N T E.**

De acuerdo al fallo emitido por su asesor el Dr. Victor Manuel Toledo López, y la comisión revisora integrada por el Dr. Luis Fernando Cuevas Glory, la Dra. Elsy Noemi Tamayo Canul, y el Dr. Enrique Sauri Duch, considerando que cubre los requisitos establecidos en el Reglamento de Titulación de los Institutos Tecnológicos le autorizamos la impresión de su trabajo profesional con la **TESIS:**

**"DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE LA CARNE Y DEL JAMÓN AHUMADO EN OVINOS PELIBUEY Y SUS
CRUZAS EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN"**

**ATENTAMENTE
IN HOC SIGNO VINCES**

**M.C RAMIRO ALPIZAR CARRILLO,
JEFE DE LA DIVISION DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

KAC/364



**S. E. P.
INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE MERIDA
DIVISION DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACION**



AGRADECIMIENTOS

Primero a mi Dios que me brindo la oportunidad de contar con vida y salud para poder lograr estudiar mi Maestría

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada para mi formación académica en los últimos seis meses.

A la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Mérida, por haberme dado la oportunidad de haber hecho uso de sus instalaciones.

Al Doctor Víctor Toledo López por su apoyo incondicional en mi tesis y sobre todo por sus consejos, gracias doc.

A la Doctora Elsy Tamayo Canul por el valioso tiempo que le dedicó a la revisión de la tesis.

Al Doctor Luis Cuevas Glory por su enorme paciencia y apoyo en mi tesis.

A mis amigos de generación (2011-2012) que juntos empezamos un gran reto al igual que juntos logramos terminar.

DEDICATORIA

A mis padres Víctor Manuel Mena Kantun y María Esperanza Canto Ceballos por su inmenso amor y apoyo incondicional en toda mi formación profesional porque mis logros son también de ellos.

A mi esposo José Antonio Baeza Campos por apoyarme y comprender mis deseos de superación, muchas gracias amor.

A mi hijo Joshua Baraquiel Baeza Mena que es la luz de mi vida y que por él hago todo lo posible para que tenga un mejor futuro.

A mis hermanos que siempre me dieron ánimos y tuvieron fe en mí, gracias.

A mis tíos Donato y Ligia, por cuidar al travieso de la casa y así poder dedicarme a la Maestría.

**A mis suegros Baraquiel Baeza y Martha Campos, por sus valiosos consejos.
A Candelaria Chan, por ser como una abuelita para mí y siempre brindarme palabras muy sabias.**

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	2
1.1.1 GENERALIDADES DE LOS OVINOS	5
1.1.2 RAZAS DE OVINOS	6
1.2 COMPOSICIÓN QUIMICA DE LA CARNE	9
1.3 VALOR NUTRITIVO DE LA CARNE	10
1.4 LA CALIDAD DE LA CARNE Y FACTORES QUE INFLUYEN	13
1.5 EMBUTIDOS COCIDOS	19
1.6 METODO DE DE AHUMADO	19
1.7 PRUEBAS DESCRIPTIVAS	20
1.8 EL AROMA EN LOS ALIMENTOS	21
1.8.1 MICROEXTRACCIÓN EN FASE SÓLIDA (SPME) PARA EL ANÁLISIS DE COMPUESTOS VOLÁTILES	23
1.9 JUSTIFICACIÓN	26
1.10 OBJETIVOS	27

1.10.1 OBJETIVO GENERAL	27
1.10.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	27
CAPITULO 2. METODOLOGIA	28
CAPITULO 3. RESULTADOS Y DISCUSION	37
3.1 Análisis nutrimental de la carne y del jamón ahumado	37
3.2 Análisis fisicoquímico en la carne	38
3.3 Resultados de color en la carne de ovinos de diferentes cruzas	39
3.4 Resultados de textura de la carne de ovinos	40
3.5 Análisis sensorial	41
3.5.1 Color	42
3.5.2 Olor	42
3.5.3 Textura	43
3.5.4 Sabor	43
3.5.5 Aceptación	44
3.6 Resultados del análisis de compuestos volátiles en el jamón ahumado	45
CAPITULO 4. CONCLUSIÓN	47
CAPITULO 5. BIBLIOGRAFIA	48
ANEXO	54

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Producción de carne en México año 1997 y 2007(T.M.)	2
Tabla 2	Composición química de la carne magra de distintos especies animales	10
Tabla 3	Resultados del análisis nutrimental de lomo y pierna de la carne de ovinos	38
Tabla 4	Resultados del análisis nutrimental del jamón ahumado	38
Tabla 5	Resultados del análisis fisicoquímico del lomo y la pierna de la carne de ovino	39
Tabla 6	Resultados del análisis fisicoquímico del jamón ahumado	39
Tabla 7	Resultados de color en el lomo y la pierna de carne de ovinos	40
Tabla 8	Resultados de textura en el lomo y la pierna de carne de ovinos	40
Tabla 9	Compuestos volátiles identificados en el jamón ahumado	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Principales estados productores de ganado ovino en México (2007)	4
Figura 2	Ejemplar de la raza Pelibuey	7
Figura 3	Ejemplar de la raza Blackbelly	8
Figura 4	Ejemplar de la raza Dorper cabeza blanca y cabeza negra	9
Figura 5	Diagrama de la unidad de SPME	24
Figura 6	CG/EM	25
Figura 7	Diagrama de flujo de la metodología de evaluación de la calidad de la carne y del jamón ahumado horneado	28
Figura 8	Diagrama de flujo de la metodología para la elaboración y evaluación de la calidad del jamón horneado ahumado	30
Figura 9	Evaluación sensorial del jamón ahumado	35
Figura 10	Análisis de color del jamón	42
Figura 11	Análisis de olor del jamón	43
Figura 12	Análisis de textura del jamón	43
Figura 13	Análisis de sabor del jamón	44
Figura 14	Análisis de aceptación del jamón	45

RESUMEN

En las dos últimas décadas, la ovinocultura ha tenido un desarrollo importante en los ambientes tropicales, dedicándose los rebaños a la producción de carne, prefiriéndose la utilización de razas de pelo como: Pelibuey o Tabasco (PB), Blackbelly o Panza Negra (BB) y Barbados (B), entre otras, que tienen buenas aptitudes maternas y cárnicas.

Los ovinos representan un gran potencial en México, ya que por sus hábitos alimenticios y tamaño, aprovechan de manera eficiente la vegetación de las tierras de pastoreo. Además, son una buena fuente de proteínas de origen animal, representan una alternativa viable para la diversificación agropecuaria y constituyen un ingreso para el productor (Bores *et al.*, 2003).

Con el fin de mejorar la producción de carne, se han diseñado esquemas de cruzamiento entre las razas de pelo Pelibuey y razas especializadas en la producción de carne (Velásquez, 1989).

El objetivo de este trabajo fue determinar la calidad de la carne y del jamón horneado y ahumado en ovinos Pelibuey y sus cruzas. Se evaluaron las características nutrimentales; fisicoquímicas, sensoriales y sus compuestos volátiles. En los resultados nutrimentales se observa que la raza PB/BB es la que cuenta con menor cantidad de grasa en lomo (2.92%) y la craza con mayor cantidad de proteína en el lomo es la PB/PB (21.77%). Entre los valores de pH determinados en la carne y en el jamón, se encuentran entre el rango normal a lo reportado a la bibliografía. En la textura se observó significativamente más dureza en las muestras de lomo de las diferentes cruzas. En cuanto al análisis sensorial, se puede notar que la carne de la raza PB/BB fue la que tuvo menores valores de aceptación.

ABSTRACT

In the last two decades, sheep production has been an important development in tropical environments, focusing herds to meat production, preferring the use of hair breeds as Pelibuey or Tabasco (PB), Blackbelly or Black Panza (BB) and Barbados (B), among others, who have good skills maternal and meat.

The sheep represent a great potential in Mexico, since by their eating habits and size, efficiently exploit the vegetation of rangelands. They are a good source of animal protein, represent a viable alternative for agricultural diversification and provide an income for the producer (Bores *et al.*, 2003).

In order to improve meat production schemes are designed cross between haired breeds and races Pelibuey specialized in meat production (Velasquez, 1989).

The aim of this study was to determine the quality of meat and baked smoked ham and crosses Pelibuey. We evaluated the nutritional characteristics, physicochemical, sensory and volatile compounds. In nutritional results shows that the race PB / BB is the one with the least amount of fat in loin (2.92%) and intersects with more protein in the spine is the PB / PB (21.77%). Between pH values determined in meat and ham are among the normal range as reported in the literature. The texture was observed hardness significantly loin samples of different crosses. As for the sensory analysis can be noticed that the meat of the race PB / BB was the one that had lower values of acceptance.

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

Se considera que la ovinocultura es una de las actividades ganaderas que tienen más posibilidades de aumentar su rentabilidad y, por lo tanto, generar empleos y un ingreso digno a los productores agropecuarios.

En la producción de carne ovina, la utilización de razas distintas es una práctica llevada a cabo de manera frecuente tanto en Europa, como en diversos países (Australia, Estados Unidos y Canadá). Hay varias razones para realizar cruza entre razas diferentes, ya que se buscan principalmente las ventajas individuales de ciertas razas, para dar lugar a un individuo que comparta características favorables de las razas involucradas, haciendo uso de lo que se llama “vigor híbrido “. En general, los individuos cruzados son más vigorosos, más fértiles y crecen más rápido que el promedio de las razas que les dieron origen (Arteaga, 2003).

La producción de ovinos en el estado de Yucatán, día a día va ganando fuerza, cada vez son más las personas del medio rural que incursionan en esta actividad y los que la practican están enfocando sus objetivos en aumentar su inventario animal. Esta dinámica se ve favorecida en primer lugar, por la demanda que se tiene de productos que se originan de cada especie animal, principalmente del centro del país y la costa del Caribe. Es bien sabido que esta demanda no se ha podido satisfacer, teniéndose incluso que importar tanto animales como productos procesados provenientes de países como Australia y Estados Unidos. Sin embargo, también se sabe que la producción ovina en nuestro estado es reciente. En la actualidad, el poblador rural requiere aprovechar mejor los animales de que dispone, a través de medios prácticos y económicos de conservación de las carnes disponibles a través de la elaboración de productos, como en el caso del jamón ahumado.

Se pretende dar una alternativa en la dieta del consumidor, elaborando un jamón ahumado con calidad nutricional, fisicoquímica y sensorial, mediante la cruce de diferentes razas ovinas como la Pelibuey (PB) con 2 líneas paternas como son: Dorper (DP) y Katadhin (KT), las cuales poseen las características de ser razas

productoras de carne. A partir de estas cruza, se desean obtener razas con mayor conformación muscular.

1.1. ANTECEDENTES

A finales del siglo XIX, el gobierno mexicano decidió apoyar el desarrollo del campo y se organizó un congreso agrícola, con lo que se fundaron sociedades especializadas y se importó ganado de origen americano y europeo. Durante el siglo XX, ingresaron al país gran número de razas que contribuyeron al acervo genético del ganado local y generaron individuos o poblaciones bien adaptadas a las condiciones de los diferentes nichos ecológicos-agropecuarios del país (Medrano, 2000).

En fechas recientes, se ha incrementado el interés por la crianza y explotación de ovinos, debido a que en los últimos años se ha presentado gran demanda de su carne; desafortunadamente, la producción nacional sólo alcanza a cubrir el 42.3 % de la demanda, mientras que el 57.7% restante tiene que ser cubierto con importaciones de carne congelada y animales en pie provenientes de Australia y Nueva Zelanda (López, 2003).

Entre 1997 y 2007, mientras la producción de carne bovino, porcino y caprino se incrementaba alrededor de 22%, la de pollo y la de ovino aumentaban más aceleradamente, 76 y 61%, respectivamente (Tabla 1) (FAO, 2009).

Tabla 1. Producción de carne en México año 1997 y 2007.

Producción de carne	Año		Incremento (%)
	1997 Miles de toneladas	2007 Miles de toneladas	
Pollo	1,441,905	2,542,493	76
Bovino	1,340,071	1,635,040	22
Porcino	939,245	1,152,003	23
Caprino	35,269	42,873	22
Ovino	30,161	48,534	61

Fuente: FAO (2009)

Con un inventario nacional de más de 8 millones de cabezas de ovinos (SIAP, 2010), la ovinocultura mexicana actual está basada en diferentes esquemas, de manera principal en la producción de carne de ovinos de pelo y de lana. Las distintas razas ovinas presentes en el país se explotan según las características productivas, las condiciones climáticas y geográficas de las diferentes regiones y los objetivos que se planteen cada productor (Almanza, 2007). En el centro del país, donde la ovinocultura se ha practicado con el objetivo de producir carne, después de los años 50's, se hicieron cruzamientos con Rambouillet, Hampshire, Dorset y Suffolk; en el centro-norte, cruza tradicionales con Rambouillet y recientemente con Pelibuey, Blackbelly y Katahdin, y en el resto del país, con el ganado de pelo ya mencionado, además de Saint Croix y Dorper. También se han introducido razas como la Charolais, Ile de France, Romanov, East Friesian y Texel, que existen en rebaños pequeños y son de reciente introducción. Con esos cruzamientos, se busca destacar algunas características en particular, como puede ser que sean animales más lecheros, cárnicos o prolíficos (Almanza, 2007).

Los principales genotipos de la población ovina en las zonas tropicales y subtropicales, son las razas de pelo Pelibuey, Blackbelly y sus cruces, debido a su buen nivel de adaptación biológica a las condiciones de calor, alta humedad, tasa reproductiva satisfactoria (Cruz, 2005; Lucas y Arbiza, 2006; Nava-López *et al.*, 2006). También se han introducido otros grupos raciales como Katahdin, Dorper y Damara (Cruz, 2005; Hernández, 2004; Padilla *et al.*, 1985; Ross *et al.*, 1985).

Algunas de las principales causas que frenan el desarrollo en las zonas tropicales y subtropicales son, por una parte, la baja eficiencia productiva como consecuencia de la pobre calidad genética de las razas explotadas, así como el efecto que ejercen las condiciones ambientales adversas (altas temperaturas) en determinadas épocas del año sobre el desempeño productivo, principalmente a través de una disminución en la cantidad y calidad del alimento disponible para los animales, situación que se agrava durante la época de sequía, al reducir el crecimiento del forraje y con esto su disponibilidad como alimento, optando los productores en muchos de los casos en la necesidad de vender sus animales a precios bajos, reduciendo con ello los ingresos de la explotación (Schillo,1992, Martin y Walkden-Brown,1995).

Los ovinos producen carne con un valor nutritivo similar al de las otras especies, es decir, con un contenido de proteínas aproximado del 17%, pero con características organolépticas particulares, sobre todo en lo que concierne al sabor y olor, debido al tipo de ácidos grasos que componen la grasa que se encuentra sobre o entre las fibras musculares.

El color es rosado, siendo más claro en los animales muy jóvenes o lechales. Otras características importantes como son: la terneza o la apariencia en el color o el brillo, depende de muchos factores como son la edad, la condición o estrés al momento de la matanza, el tipo de conservación o cocción, entre otros. La carne de ovino, como la de otras especies, proporciona aminoácidos y ácidos grasos esenciales en la dieta humana, que sirven como elementos estructurales y del adecuado funcionamiento corporal (Arbiza, 2000).

Todas las razas ovinas producen carne que puede ser consumida por el hombre. Sin embargo, existen algunas altamente especializadas para este propósito, entre las que destacan las de origen inglés que se han difundido ampliamente. También existen algunas de reciente formación que cumplen los requisitos de producir carne y lana.

Los principales productores de carne en México se presentan en la figura 1.



Figura 1. Principales estados productores de ganado ovino en México (2007)

1.1.1. Generalidades de los ovinos

Los ovinos domésticos (*O. aries*) son mamíferos rumiantes que pertenecen a la familia *Bovidae* y la subfamilia *Caprinae*. Se alimentan principalmente de pastos y leguminosas. Generalmente, su cuerpo está cubierto de lana, aunque se han desarrollado razas de pelo. Esta especie puede o no presentar cuernos, algunas veces esta característica es observada sólo en los machos. Son de temperamento dócil y con un marcado instinto gregario; en la mayoría de las razas, su ciclo reproductivo es estacional y por lo general tienen de una a dos crías por parto (Erzu, 2003).

Los ovinos proveen más productos que cualquier otra especie doméstica, tales como carne, grasa y leche para elaboración de alimentos; hueso y cuernos para la elaboración de diferentes artículos; piel y lana para la elaboración de prendas (Grigaliunaite *et al.*, 2004).

Comúnmente, las razas ovinas son clasificadas de acuerdo con su capa como razas de lana y de pelo, aunque la mejor clasificación es la de "biotipos productivos"; de esta manera se pueden clasificar en razas productoras de carne, leche, lana y pieles. Algunas razas pueden estar muy especializadas para una sola característica productiva, mientras que otras pueden ser aptas para más de un fin productivo, estas razas son denominadas de doble propósito (Erzu, 2003), por lo que desde un punto de vista productivo, la diversidad de razas es importante, ya que los productores pueden elegir aquellas que pueden satisfacer sus requerimientos de acuerdo con los objetivos de producción (Leymaster, 2002).

A la hembra se le llama oveja y al macho carnero (que generalmente presenta grandes cuernos, normalmente largos y en espiral). Los críos de la oveja son los corderos y los ejemplares jóvenes son conocidos como moruecos. Los ovinos son conocidos también (principalmente en Hispanoamérica) como borregos (Wilson y Reeder, 2005).

El término “cruzamiento” se refiere usualmente al apareamiento de individuos de poblaciones no emparentadas inmediatamente: razas, variedades o líneas consanguíneas.

Dentro de las distintas características deseables de transmisión a la progenie, en el caso de los ovinos productores de carne, se encuentran la conformación muscular, la ganancia de peso, y la cobertura grasa, las cuales presentan un alto índice de “heredabilidad”. Este término, muy utilizado en genética, se refiere al porcentaje de una característica debido a la acción de los genes, esto es, a la herencia.

Hay varias razones para cruzar entre razas diferentes, lo que se busca principalmente son las ventajas individuales de cierta raza para dar lugar a un individuo que comparta características favorables de las razas involucradas, haciendo uso de lo que se le llama “vigor híbrido”. En general, individuos cruzados son más vigorosos, más fértiles y crecen más aprisa que el promedio de las razas que les dieron origen.

Los cruzamientos pueden ser usados de diversas formas.

- Para sustituir una raza por otra. Es la forma más práctica de reemplazar una raza por otra más productiva.
- Para introducir genes que no están en una raza.
- Para formar nuevas razas, las cuales pueden ser desarrolladas por selección después de cruzar 2 o más razas, con el objetivo de buscar una mejor adaptación de la nueva raza a condiciones ambientales no tan aptas (Cardellino, 2005).

1.1.2. Razas de ovinos

Existe gran diversidad genética en los animales domésticos, y dentro de cada especie se cuenta con diferentes razas (adaptadas localmente, introducidas recientemente e importadas continuamente) adaptadas a la gran diversidad de regiones ganaderas del país; sin embargo, la mayoría de estas razas aún no están

caracterizadas, por lo que se carece de datos confiables para el conocimiento de la situación actual de estas poblaciones animales (Anon., 2002).

Las razas ovinas que existen en México son:

De lana: Rambouillet, Suffolk, Hampshire, Dorset, Columbia, Polypay, Ile de France, Charolais, East Friesan, Romanov y Texel.

De pelo: Pelibuey (también llamada Tabasco), Blackbelly (Barbados), Saint Croix, Dorper, Damara y Katahdin.

Pelibuey (PB)

Es una raza de pelo también conocida con los nombres de “Carnero pelo de buey”, “Cubano rojo” y “Borrego Tabasco”. Esta raza ingresa al país por la península de Yucatán procedente de la isla de Cuba. Actualmente, representa el mayor inventario de ovinos en nuestro país con 75 mil 771 ejemplares de todos los libros de registros de AMCO. Está difundido en todo el país.

Es un animal de conformación cárnica con buenas masas musculares, libre de fibras de lana permanente, están cubiertos de pelo espeso y corto, su cabeza es mediana, con orejas de implante lateral y no tiene cuernos. Los colores que se distinguen en esta raza son: canelo, blanco y pinto (Figura2). Los animales de esta raza son de talla media, los machos adultos alcanzan un peso de 54kg, mientras que las hembras llegan a 34kg. Se distinguen porque son muy rústicos, prolíficos, de unas amplias estaciones reproductivas y precoces sexualmente.



Figura 2. Ejemplar de la raza Pelibuey.

Blackbelly (BB) o panza negra

Es una raza de pelo también conocida como “Panza Negra” o “Barbados”. Se considera que esta raza surgió en la isla de Barbados como producto de la cruce de borregos de lana, introducidos por comerciantes holandeses y borregos africanos traídos por los esclavos y se ha seleccionado por más de 300 años en la busca de alta prolificidad, ganancia de peso y resistencia a parásitos y enfermedades. El borrego Blackbelly es rústico, prolífico, no estacional, con excelente habilidad materna y abundante producción de leche, lo que permite a las hembras criar dos o tres corderos con facilidad si cuentan con alimentación adecuada. Físicamente es un animal de talla media, la coloración que presenta varía de marrón hasta café oscuro en todo el cuerpo, salvo la parte ventral que es de color negro (Figura 3). Algunos individuos tienen manchas negras en el cuerpo y no presentan cuernos (AMCO, 2001). La crianza de esta raza se ha difundido ampliamente en México, debido a que se ha adaptado a las condiciones climáticas tanto de los trópicos como de las zonas templadas, donde existe la tendencia a desarrollar animales de conformación cárnica.

Los pesos adultos de esta variedad son de 40-45 kg las hembras y 60-75 kg los machos. Predomina este tipo de ganado ovino en la Huasteca, Oaxaca, Costas de Jalisco, Sinaloa, Veracruz, Tamaulipas.



Figura 3. Ejemplar de la raza Blackbelly.

Dorper (DP)

Raza de pelo desarrollada durante la década de 1930 como resultado de la cruce de Dorset Horn y Black Head Persian, para obtener un animal capaz de soportar las condiciones climáticas extremas de Sudáfrica en donde fue generada.

Ocupa el cuarto lugar en registros de la AMCO con 30 mil 575 ejemplares, fue introducida en México a mediados de la década de los 90, y hoy en día se ha adaptado a todos los climas del país. Sólo el 20% del total pertenece a los libros de pureza.

Las hembras Dorper son de instinto maternal fuerte, con una larga vida productiva y facilidad de parto, lográndose pesos al nacimiento y destetes excelentes. Los machos maduros alcanzan pesos entre los 120 a 130 kilogramos, mientras que las hembras oscilan entre los 80-95 kilogramos.

Poseen un cuerpo de pelo blanco y cabeza negra o son por completo blancos (Figura 4). A pesar de que es considerada como raza de pelo, es común encontrar individuos cuya capa es una mezcla de pelo y lana; sin embargo, esta característica no es deseable. Esta raza es de fácil cuidado para la producción de carne, tolerante a climas extremos, de crudos inviernos, altas temperaturas en trópico húmedo o seco, con un alto desempeño en una amplia variedad de ambientes, para producir carne.



Figura 4. Ejemplares de la raza Dorper cabeza blanca y cabeza negra.

1.2 Composición química de la carne

La composición química de la carne tiene especial relevancia en la calidad de este producto alimenticio por varias razones. Por un lado, porque la carne es un componente importante en la dieta humana, ya que aporta un amplio rango de nutrientes: proteínas, grasa, agua, minerales, vitaminas, etc. Por otro lado, la composición química de la carne tiene importancia porque afecta a su calidad

tecnológica, higiénica, sanitaria, sensorial y de servicio. En términos generales, se puede decir que la carne magra contiene un 75% de agua, un 21 a 22% de proteínas, de 1 a 2 % de grasa, 1 % de sustancias minerales y menos de 1 % de hidratos de carbono (Sañudo *et al.*, 1999), aunque debe tenerse en cuenta que existen múltiples factores que influyen sobre la composición química de la carne, como son la especie animal, la raza, el genotipo, el estado fisiológico, la dieta, el sistema de manejo, el tipo de músculo, etc.

En la tabla 2 se puede observar la composición química de carne magra de distintas especies animales.

Tabla 2. Composición química de carne magra de distintas especies animales.

Especie	Humedad (%)	Proteína (%)	Lípidos (%)	Cenizas (%)
Tenera	71.4	21.2	5.0	1.08
Cordero	72.5	20.9	5.9	1.06
Cerdo	71.8	21.8	5.3	0.98
Pollo	75.5	21.4	3.1	0.96
Pavo	74.2	21.8	2.9	0.97
Cabrito	75.8	20.6	2.3	1.10
Conejo	72.8	20.1	5.6	0.72

Fuente: Martín Cáceres, 2001.

La composición de la carne se determina mediante el análisis químico de sus componentes mayoritarios: agua, proteína, grasa y minerales. Además, entre las proteínas, es importante determinar la cantidad de colágeno, principal componente del tejido conjuntivo, porque es el responsable de la dureza de la carne (Bonnet y Kopp, 1984, 1992).

1.3 Valor nutritivo de la carne

La salud y el bienestar del hombre dependen en gran medida de su alimentación, la cual desempeña muchas funciones importantes en el organismo. La carne es el tejido animal que más se consume y desde el punto de vista nutricional, posee un gran valor nutritivo, ya que tan solo 28 g de carne pueden proporcionar a

un adulto el 10% de sus requerimientos diarios de energía y una gran cantidad de nutrientes esenciales. Excluyendo al agua, el componente mayoritario de la carne es la proteína, seguido de la grasa, conteniendo además un gran número de elementos en menor proporción pero no por ello menos importantes, como son las vitaminas y minerales, etc.

Proteínas

Las proteínas de la carne son en gran parte las de los tejidos muscular y conectivo; la mayor proporción de proteínas musculares totales la constituyen las proteínas miofibrillas; les siguen en importancia cuantitativa las proteínas sarcoplásmicas, formadas por las enzimas musculares y la mioglobina, siendo menos abundantes las proteínas del tejido conectivo, constituidas fundamentalmente por colágeno y algo de elastina. Aunque el músculo contiene aproximadamente del 18 al 22 % de proteínas, tal cantidad varía bastante en muchos productos cárnicos y lo hace inversamente con la cantidad de grasa presente (Forrest *et al.*, 1979)

Además de su contenido proteico, la carne proporciona una proteína de alta calidad con un gran valor biológico. La proteína de alta calidad es la que contiene todos los aminoácidos esenciales en cantidades equivalentes a las necesidades del cuerpo humano, es altamente digerible y fácilmente absorbible (Cañequé *et al.*, 2005).

Grasa

La grasa es el componente más variable de la carne en cuanto a composición. Siempre se ha apreciado en la alimentación de carnes grasas, porque contribuyen a la textura, sabor y flavor de los alimentos cocinados, pero no hay que olvidar que las grasas aportan ácidos grasos esenciales y también son vehículo de vitaminas liposolubles, especialmente de la vitamina A (Astiasarán y Martínez, 2002).

La cantidad de lípidos depende del corte de carne y de la cantidad de grasa que se deja en el mismo durante el despiece y el recortado. Los lípidos más importantes desde el punto de vista nutritivo, son los triglicéridos, fosfolípidos, colesterol y vitaminas liposolubles.

Los lípidos se encuentran en el espacio intramuscular, en el tejido adiposo, en el tejido nervioso y en la sangre (Price y Schweigert, 1994).

Minerales

Generalmente, la carne es una fuente rica en minerales, con excepción del calcio. Buena fuente de hierro, magnesio y fósforo, nutrientes indispensables para el mantenimiento de una buena salud. Los minerales se encuentran principalmente asociados al agua y a la parte proteica de la carne.

La carne de rumiantes es una fuente importante de hierro hemínico: la carne de ovino contiene entre 1.6-2.0 mg, dependiendo de la pieza que se trate. Esto supone cuatro veces más que el contenido de hierro de la carne porcina. Además, la carne de vacuno y ovino contiene mayor cantidad de zinc (alrededor de 3-4 mg/100 g de carne) que la de porcino (Arnau, 1999). Se necesita hierro para la buena síntesis de hemoglobina y ciertas enzimas.

El contenido de la mayoría de los minerales no se ve afectado durante el cocinado, aunque algunos como el fosforo, potasio y sodio se pierden con el jugo de la carne al ser cocinada (Cañequé *et al.*, 2005).

Vitaminas

En pequeñas cantidades son necesarias para el crecimiento, desarrollo y reproducción humana.

La carne es una fuente excelente de vitaminas del complejo B, pero es pobre en vitamina C (Forrest *et al.*, 1979). Las vitaminas procedentes de las carnes se asimilan con mayor facilidad que las procedentes de vegetales.

El tratamiento térmico de la carne para su consumo puede provocar un cambio en la composición vitamínica. Estos cambios podrían ser debido a la diferencia en el contenido de agua que se produce durante la manipulación (las vitaminas hidrosolubles que se perderían con el agua). De manera que, aunque la cantidad de vitamina es mayor en carne fresca, la cantidad de vitaminas por unidad de peso (concentración) suele ser mayor en alimentos cocinados, debido a la pérdida de humedad (Lombarda- Baccia *et al.*, 2005). Otras vitaminas como la

vitamina B₆ y la B₁ son termolábiles y, por lo tanto, son parcialmente destruidas en el transcurso de los procesos de cocinado. Por el contrario, la vitamina B₂ y la B₃ son bastantes estables al cocinado.

Hidratos de carbono

Es una fuente pobre de carbohidratos, ya que la cantidad apenas llega al 1%, siendo el más importante el glucógeno, que se constituye como la principal reserva de energía del músculo. Esta energía también se utiliza durante los procesos glicolíticos que tienen lugar tras la muerte del animal en la transformación del glucógeno en ácido láctico (Cañeque y Sañudo,2005).

1.4. La calidad de la carne y factores que influyen

La Norma ISO 9000 define el término "Calidad" como el conjunto de propiedades y características de un producto o servicio para satisfacer necesidades al consumidor. El concepto calidad de la carne está formado por factores sensoriales, nutricionales, higiénicos y tecnológicos.

pH

El pH de la carne depende de varios factores, entre otros, la condición *postmortem* del animal y el tiempo posterior de almacenamiento. La acidez de la carne determina su grado de aceptación por el consumidor (Guerrero, 1998).

El pH del músculo vivo está normalmente por encima de 7, desciende tras el sacrificio a valores entre 5.4 a 5.7 en las carnes normales. La evolución del pH tras el sacrificio va a tener un profundo efecto sobre las propiedades tecnológicas de la carne. Así, conforme disminuye el pH y se va aproximando al punto isoeléctrico de las proteínas miofibrilares (5.1), la baja disponibilidad de ATP impide que se mantenga la integridad estructural de las proteínas, las cuales sufren fenómenos de desnaturalización que reducen aún más las cantidades de agua retenida, afectando al color, la textura y el grado de exudación de la carne (Sellier, 1988).

Color

La CIE (Comisión Internacional de l'Éclairage) define el color percibido como el atributo visual que se compone de una combinación cualquiera de contenidos cromáticos y acromáticos (Cañeque, 2000). El color es una característica de gran importancia en la estimación de la apariencia de la carne y es muy variable (Pérez, 2006). Cada músculo difiere en su contenido de mioglobina, de acuerdo con la edad del animal, el tipo de músculo, la cantidad de circulación sanguínea, la actividad muscular y la disponibilidad del oxígeno (Arbiza, 1996). Con la edad del animal, el color se acentúa y varía según los distintos músculos (Manev, 1983).

El color rojizo de la carne es el resultado de la presencia del pigmento mioglobina (Manev, 1983), una proteína conjugada con un grupo prostético llamado hemo, el cual contiene hierro que juega un papel primordial en las distintas coloraciones (Guerrero, 2002; Badui, 2005; Pérez, 2006). Este pigmento se presenta en varias formas: la oximioglobina, de color rojo brillante, la metamioglobina de color café y la mioglobina reducida de color rojo púrpura; las altas concentraciones de oximioglobina son muy deseables, ya que imparten el color rojo brillante asociado a la carne de óptima calidad (Pérez, 2006). Los cambios de color dependerán de la cantidad de la presencia de este pigmento y de los cambios químicos del pigmento. Cuanto más presencia de mioglobina, más oscura será la carne; por otra parte, el cambio de color de la carne está vinculado a la presencia o ausencia de aire, debido a la sensibilidad de los pigmentos a la oxigenación y oxidación; la superficie de los cortes frescos van cambiando de tonalidad debido al estado oxigenado de este pigmento (Cañeque, 2000; Guerrero, 2002; Pérez, 2006). El hierro puede cambiar de su forma ferrosa a férrica y los microorganismos compiten por el oxígeno y oxidan los pigmentos de la carne fresca (Arbiza, 1996).

La habilidad de la mioglobina para combinarse con el oxígeno se pierde cuando la carne se desnaturaliza por el calor y esta es la razón por la cual cambia de color en la cocción. Otra causa de cambios en los colores normales, es la presencia de microorganismo en la superficie de la carne, que ocasionan una oxidación de la misma (Guerrero, 2002). El color no está asociado a la ternura y en general, cuanto más oscura sea una carne, más intenso será su sabor. Se ha

estimado que los ovinos contienen aproximadamente alrededor de 0.25% de mioglobina en sus músculos (Arbiza, 1996).

Mediciones de color: Las mediciones del color de la carne involucran dos métodos básicos: el primero subjetivo, mediante apreciación visual y el segundo es un método objetivo por un análisis instrumental (Pérez, 2006). En los métodos instrumentales de medición, el color es considerado como un fenómeno de superficie de objeto opaco. Las superficies de la carne reflejan la luz en muchos ángulos, creando una reflectancia difusa de longitudes de onda, las cuales son una función directa del color del objeto. Debido a esta reflectancia difusa de la luz que incide, el color puede describirse por métodos colorimétricos (Cañeque, 2000; Pérez, 2006).

El sistema Hunter Lab es el más usado en la industria alimentaria. Se basa en la teoría del color de Hering, que señala la existencia de una escala circular en la cual se combinan los colores vecinos: el rojo con el amarillo, el rojo con el azul, el verde con el amarillo o el verde con el azul. Hay dos pares de colores opuestos que pueden coexistir: rojo y verde, amarillo y azul. Los receptores del color del colorímetro Hunter Lab perciben la presencia de color rojo o verde (coordenada a) y del color amarillo o azul (coordenada b). Una tercera dimensión es la luminosidad (L), la cual es perpendicular a las otras dos. Los colorímetros que miden la escala Hunter proporcionan tres coordenadas; L (luminosidad), a (rojo a verde) y b (azul amarillo). Estas coordenadas cartesianas se pueden transformar en polares, de manera que un punto en el espacio de color estará dado por (Cañeque, 2000):

L= luminosidad

Tonalidad = $\tan^{-1} b/a$

Cromaticidad = $(a^2+b^2)^{1/2}$

Por lo tanto, se obtiene un vector con magnitud $(a^2+b^2)^{1/2}$ y un ángulo $\tan^{-1} b/a$. El ángulo indicará qué tan rojo, amarillo, verde o azul será. Mientras que la magnitud indicará qué tan intensa será esa tonalidad o saturación. El valor L muestra qué tanto hay de un componente blanco o negro, ya que L = 0 (negro); L = 100 (blanco) (Cañeque, 2000; Guerrero, 2002; Pérez, 2006).

Textura

Hay muchas definiciones de textura, una es la manifestación sensorial de la estructura del alimento y la forma de reaccionar de la estructura del alimento frente a la aplicación de fuerzas (Cañeque, 2000). También se define por la forma en que los componentes estructurales de un material se arreglan en forma microscópica, y la manifestación externa de este arreglo (Totosaus y Guerrero, 2006). La textura en un alimento se relaciona con las propiedades físicas percibidas por la vista (excepto el color), el tacto y los receptores de la boca (Guerrero, 2002). Estas propiedades se interrelacionan para crear la calidad de textura. Dado que la textura de un alimento se compara con muchas variables, no es posible obtener un índice general en una medición simple, sólo se consideran las propiedades con mayor influencia (Cañeque, 2000). Se considera que las carnes tienen dos tipos de textura, una textura primaria debida a su ultra estructura (fibras musculares) y una estructura secundaria debida a la cantidad de colágeno incluido en un músculo determinado. Varía según los músculos del cuerpo, en general los posteriores y con menor tejido conectivo, son más suaves que los anteriores (Cañeque, 2000; Guerrero, 2002; Totosaus y Guerrero, 2006).

Los principales factores que afectan la textura de la carne son:

- Factores *antemortem*: propiedades genéticas y fisiológicas, alimentación, tratamiento de los animales antes del sacrificio etc.
- Edad al sacrificio. Entre más viejo sea el animal, su terneza se disminuirá.
- Factores *postmortem*: tiempo y temperatura de almacenamiento de la carne después del sacrificio, maduración, congelación, etc. (Manev, 1983).

Medición de la textura: La textura de la carne puede ser evaluada por métodos objetivos (mecánicos como corte, compresión, penetración, etc. Químicos y otros como ultrasonidos, fluorescencia, etc.), y subjetivos (test de consumidores) (Cañeque, 2000). En la carne y productos cárnicos la textura se mide por los siguientes métodos:

- **Compresión y Extensión:** Los compresímetros prueban la resistencia de un alimento a la compresión, pueden ser a fuerza constante o a deformación constante. El material no es penetrado y generalmente no se excede el punto de deformación permanente. El punzón puede ser plano o curvado, se debe cuidar que no se corte la muestra, porque se transforma a esfuerzo cortante, por lo que se usan punzones más grandes que la muestra. Las pruebas de extensión se pueden categorizar entre estas, aunque las mordazas generalmente dañan al material alimentario y, por lo tanto, afectan a los resultados. La acción de los dientes se puede simular por medio de compresiones repetidas. Una prueba de dos ciclos da como resultado un perfil de textura (Cañeque, 2000; Totosaus y Guerrero, 2006).

- **Corte:** Muy usados para alimentos, pueden ser de una o varias navajas. El principio es el de corte con navaja, es común usarlo en salchichas o muestra de tamaños homogéneos. El esfuerzo cortante se define como la fuerza F por unidad de área A que actúa tangencialmente en una superficie (esfuerzo cortante = F/A). La prensa de Warner-Bratzler es uno de los más utilizados, somete a la muestra a una deformación compleja debida a los esfuerzos mencionados (Cañeque, 2000; Guerrero, 2002; Totosaus y Guerrero, 2006).

Capacidad de retención de agua

La capacidad de retención de agua (CRA) se define como la capacidad que tiene la carne para retener su agua, tanto propia como añadida, al someterse a una fuerza extraña (Guerrero, 2002).

El agua se encuentra en el músculo en tres fracciones: una pequeña cantidad se encuentra como “agua ligada” y está fuertemente unida a las cargas eléctricas de los aminoácidos de las proteínas musculares; la mayor cantidad se encuentra como “agua inmovilizada” y está débilmente unida a los enlaces peptídicos. Por último, la tercera fracción es el “agua libre”, que se encuentra entre las fibras musculares y el tejido conjuntivo, está unida solamente por fuerzas de tensión superficial y se elimina durante el procesamiento y cocción de la carne (Forrest *et al.*, 1979).

Su importancia radica en estar directamente relacionada con la suavidad, jugosidad y color, además de que su industrialización depende del manejo de la

misma (Manev, 1983), es decir, que en aumento o disminución del agua. El 70% del contenido de agua en la carne se encuentra en los espacios entre los filamentos gruesos y delgados de las miofibrillas; del resto, el 20% está en el sarcoplasma y el 10% en los espacios extracelulares. El agua tiene diferentes grados de unión: 5% está fuertemente ligada a proteínas (agua de hidratación) y 95% se encuentra ocluida (agua retenida y libre (Rosmini, 2000). Existen varios factores que afectan la CRA (Guerrero, 2002; Ponce, 2006):

- pH. Al aumentar por arriba de 5.0 (punto isoeléctrico de las proteínas musculares, pI) se aumenta el número de cargas negativas de las proteínas y se adquiere una carga neta negativa, por lo que se repelen entre sí, provocando un ensanchamiento de la matriz proteica, al mismo tiempo que se intensifica la fuerza de atracción entre el agua y las proteínas, incrementándose la CRA; el mismo efecto ocurre cuando el pH disminuye a valores menores de 5.0, en este caso, el número de cargas positivas aumenta. Cuando el pH es cercano a 5.0, la carga neta de las proteínas es cero y existe un máximo de enlaces iónicos entre ellas, lo que provoca la disminución de las interacciones entre el agua y las proteínas. Además, la matriz proteica esta contraída y existe un espacio mínimo para albergar el agua (Rosmini, 2000; Cañequé, 2000).

- Cambios *postmortem*. Después del sacrificio, el músculo posee una elevada CRA, debido a que los filamentos de actina y miosina se deslizan libremente entre sí y la matriz proteica se encuentra extendida, además que el músculo posee un pH cercano a 7.0. A medida que ocurren los cambios *postmortem*, se origina un descenso de pH hasta valores cercanos al PI de las proteínas miofibrilares; al mismo tiempo se establece el *rigor mortis*, provocando la reducción del tamaño del sarcómero. Todos estos cambios inducen el descenso de la CRA. Posteriormente, durante la etapa de resolución del *rigor mortis* y la maduración de la carne, aumenta el pH por la degradación enzimática de la estructura miofibrilar y liberación de compuestos aminados, provocando un moderado aumento en la CRA (Arbiza, 1996; Rosmini, 2000).

- Sales. En la industria cárnica se utiliza NaCl y fosfatos. El efecto de la adición de cloruro de sodio en la CRA depende del pH. A valores de pH por arriba del PI, el

NaCl incrementa la CRA, mientras que a valores inferiores sucede lo contrario. Por encima del PI los iones de Cl^- se unen con los grupos de las proteínas cargados positivamente, aumentando la carga neta negativa de las proteínas, por lo que se repelen entre sí, relajando la estructura proteica y aumentando la CRA. A valores por debajo del PI, los iones Cl^- neutralizan las cargas positivas de las proteínas, por lo que disminuye la repulsión entre ellas y la estructura proteica se contrae, originando la CRA. Los fosfatos modifican el pH y la fuerza iónica, tienen capacidad secuestrante e interaccionan con las proteínas. La adición de fosfatos a la carne con bajos valores de pH, produce un cambio en el PI de las proteínas miofibrilares, reduciendo la CRA. El incremento de CRA causado por los fosfatos en presencia de NaOH es más fuerte (Rosmini, 2000; Totosaus y Guerrero, 2006).

1.5. Embutidos cocidos

Tienen un proceso de cocción de la carne, de las vísceras o sangre, con temperaturas superiores a 80°C y por un tiempo superior a los 30 minutos, dependiendo del peso del producto. Los productos curados, salados o ahumados pueden clasificarse en los siguientes grupos (Weinling, 1990):

- Productos salados: tocineta, tocino.
- Productos salados ahumados: jamones, chuletas, tocinetas, etc.
- Productos salados y secos: tasajo, charqui, etc.

1.6. Método de ahumado

El ahumado es uno de los procedimientos más antiguos de conservación de alimentos, utilizado tanto en carnes como en pescados, que consiste en el tratamiento del alimento con los humos procedentes de diferentes tipo de maderas duras (haya, caoba, cedro encina, abedul). El humo se aplica a los embutidos con tres propósitos: impartir el color, el sabor y la conservación.

En el humo de madera se han identificado más de doscientos componentes distintos. Entre las clases de compuestos químicos presentes en el humo se pueden citar aldehídos, cetonas, alcoholes, fenoles y ácidos orgánicos. Aunque la mayoría de estas sustancias exhiben propiedades bacteriostáticas o bactericidas, se cree que el formaldehído es el responsable de la mayoría de las acciones conservadoras

del humo. Por otro lado, los fenoles previenen la oxidación de las grasas y al combinarse con los compuestos carbonilos, contribuyen al sabor de ahumado.

El humo afecta al color en gran medida por medio de los compuestos carbonilo. Estos se combinan con los grupos amino libres de las proteínas cárnicas para formar compuestos furfurales que tienen color pardo. Al combinarse este color con el rojo del nitrosilmiohemocromo, da lugar al color rojo caoba de los embutidos ahumados.

Además, los ácidos orgánicos del humo ayudan a coagular las proteínas y favorecen la formación de una piel en los productos que se embuten en tripas no comestibles que han de eliminarse antes de su consumo.

Flores (2001), menciona que atendiendo a la temperatura del humo, se distinguen dos métodos: en frío y en caliente. En frío, es para productos pequeños y la temperatura no debe ser mayor de 25 a 30 °C. Sí el ahumado es caliente, es para productos más grandes y utiliza temperaturas superiores a 50 y hasta 75 °C.

Existen otros procedimientos de ahumado, tales como el método directo e indirecto.

El ahumado directo es el método clásico que se realiza poniendo el producto en contacto directo con el humo, pero tiene sus limitaciones, porque es difícil de controlar la temperatura y el producto está expuesto a las sustancias nocivas (benzopirenos, brea, etc.) (Baas, 2007).

En el ahumado indirecto, se produce humo por los métodos tradicionales, pero el producto no está en contacto con él, sino que se disuelve en agua en algunos casos (solución acuosa de humo) y el producto se introduce en esa solución o se pasa por un campo eléctrico, en donde se ionizan las partículas del humo y una vez ionizados se precipitan sobre la superficie del producto (Baas, 2007).

1.7. Pruebas descriptivas

En las pruebas descriptivas se tratan de definir las propiedades del alimento y medirlas de la manera más objetiva posible. Aquí no son importantes las preferencias o aversiones de los jueces, y no es tan importante saber si las

diferencias entre las muestras son detectadas, sino cuál es la magnitud o intensidad de los atributos del alimento (Amerine *et al.*, 1965).

Una escala no estructurada es aquella en la cual solamente se cuenta con puntos extremos (mínimo y máximo) y el juez debe expresar su apreciación de la intensidad de un atributo de un alimento marcando sobre una línea comprendida entre ambos extremos (Amerine *et al.*, 1965). También debe marcar con una pequeña raya vertical el punto donde él considera que corresponde a la calificación que él otorga al producto, ya sea cerca del mínimo, cerca del centro, o cerca del máximo, según sea la intensidad del atributo.

1.8. El aroma en los alimentos

El aroma de los alimentos constituye un criterio importante en lo que a calidad se refiere (Horvat *et al.*, 1990; Robertson *et al.*, 1990), ya que es uno de los factores determinantes para la aceptación del producto por el consumidor. Está formado por numerosas sustancias, aunque sólo se consideran aquellas cuya cantidad es superior a su concentración umbral, que es la cantidad más baja de un compuesto que puede ser directamente reconocido por su olor o sabor.

El desarrollo del aroma en los productos cárnicos es muy complejo, debido al gran número de reacciones involucradas. En general, los compuestos responsables del aroma son el resultado de reacciones químicas y enzimáticas. De hecho, la proteólisis y la lipólisis constituyen las principales reacciones en la generación de compuestos precursores del aroma. Existen además otros factores que influyen en las características del aroma de la carne procesada, como las propiedades de la carne, los aditivos y las condiciones de procesamiento.

En los productos cárnicos curados, se desarrolla una intensa proteólisis y lipólisis que contribuyen al desarrollo de la textura, el aroma y el sabor (Toldrá, 1998; 2002).

Las proteínas influyen directamente en la textura, de forma que una mayor rotura enzimática se corresponde con mayor ternura, pero también influyen en la percepción del aroma y sabor. Esto último se debe a dos tipos de interacciones entre

las proteínas y los compuestos responsables del aroma: 1.-adsorción física reversible por enlaces de Van der Waals y 2.-reacciones químicas por enlaces covalentes y/o electrostáticos (Fischer y Widder, 1997; Leland, 1997).

Por lo tanto, los cambios experimentados por las proteínas durante el proceso de industrialización de la carne y productos cárnicos, tienen una gran influencia no sólo en la textura, sino también en las interacciones con los componentes del aroma y sabor en distintas percepciones sensoriales de los mismos. El conocimiento de los factores que afectan la interacción entre proteínas y compuestos responsables del aroma es importante para modular dicho aroma y así mejorar las propiedades sensoriales de los productos cárnicos.

El aroma es una característica muy importante en la calidad global de los embutidos crudos curados. Generalmente, se caracteriza por la naturaleza y cantidad de las especias usadas en el embutido (Meynier *et al.*, 1999). Sin embargo, las reacciones metabólicas que ocurren en la matriz (oxidación lipídica, fermentación de carbohidratos, catabolismo de aminoácidos y reacciones de esterificación) son el origen de la mayoría de los compuestos volátiles generados durante el proceso de maduración del embutido. Estas reacciones también son las que se ven más afectadas por los diferentes procesos de maduración.

La correcta percepción del aroma y sabor de un alimento implica necesariamente la liberación de los compuestos responsables del aroma desde la matriz del alimento durante la ingestión. En este sentido, resulta de gran importancia conocer la interacción entre los compuestos volátiles y las proteínas. Para que una proteína funcione como un buen transportador del aroma, debe fijar fuertemente estos compuestos volátiles, retenerlos durante el procesado o durante su generación y liberarlos durante la masticación del alimento en la boca (Lubbers *et al.*, 1998). El perfil de volátiles en cada fase es, en gran parte, dependiente del coeficiente de partición. Por lo tanto, en la percepción del aroma es fundamental la interacción entre las proteínas presentes en la matriz y los compuestos volátiles responsables del aroma.

Las técnicas de extracción de los compuestos volátiles desde el espacio de cabeza de los alimentos y su posterior análisis por cromatografía de gases son de

gran interés para conocer cuales compuestos son los responsables del aroma característico del alimento. Diversas técnicas, tales como espacio de cabeza estático, dinámico y, últimamente, la Microextracción de Fase Sólida, han sido empleadas en el estudio de la composición de los compuestos volátiles.

1.8.1 Microextracción en fase sólida (SPME) para el análisis de compuestos volátiles.

La Microextracción en Fase Sólida (SPME por sus siglas en inglés), es una técnica de extracción de los compuestos volátiles aromáticos sin el empleo de disolventes. Esta técnica fue desarrollada a principios de los años 90 por un grupo de investigación (Pawliszyn, 1999).

La técnica SPME basada en la exposición de una fase estacionaria inmovilizada dentro de una matriz con la parte volátil del producto que se desea analizar, el cual pudiera ser líquido, sólido o gaseoso, de tal forma que después de cierto tiempo de interacción, la fase estacionaria retiene cierta cantidad de los compuestos volátiles, siguiendo una desorción térmica de los analitos retenidos por la fase estacionaria, introduciéndola directamente en el bloque de inyección de un cromatógrafo de gases (Pawliszyn, 1999).

En el proceso de SPME, se pueden diferenciar dos etapas, la primera donde ocurre la partición de los analitos entre el recubrimiento de la fibra y la matriz de la muestra, esto ocurre cuando la fibra se pone en contacto con la muestra durante un tiempo y temperaturas determinadas experimentalmente. De esta manera, se produce una migración de los analitos desde la solución de la fibra hasta que se alcance la situación de equilibrio.

En la segunda etapa, se realiza la desorción de los analitos retenidos por la fibra. Ésta se realiza térmicamente, en el caso de SPME-GC, o bien, por adición de un disolvente orgánico en el caso de SPME-HPLC (Pawliszyn, 1999).

La microextracción en fase sólida es una técnica versátil, que permite obtener y concentrar compuestos volátiles desde el espacio de cabeza (Arthur y Pawliszyn, 1990); la absorción de compuestos volátiles desde el espacio de cabeza se realiza al exponer la fibra de SPME en el espacio de cabeza, en donde los compuestos

responsables del aroma y sabor son absorbidos por la fibra SPME y posteriormente son liberados en el puerto de inyección del cromatógrafo de gases para su correspondiente separación y análisis. La desorción térmica elimina los compuestos orgánicos adsorbidos y permite la inmediata utilización de la fibra (Zhang y Pawliszyn, 1993; Zhang *et al.*, 1994).

Esta técnica ha sido inicialmente desarrollada para adsorber compuestos volátiles desde soluciones acuosas (Arthur y Pawliszyn, 1990) pero su uso actual se ha extendido a la adsorción de compuestos volátiles desde el espacio de cabeza de multitud de alimentos (vinos, frutas, café, zumos de naranja, quesos y jamones, etc.). Sin embargo, las aplicaciones de la técnica de SPME para el análisis de compuestos volátiles en carnes y productos cárnicos son muy pocas.

La unidad SPME está compuesta por un émbolo, un cuerpo y una aguja protectora (Figura 5); el émbolo permite exponer la fibra que se encuentra protegida en la aguja protectora. La exposición de dicha fibra permite que los compuestos volátiles sean adsorbidos desde el espacio de cabeza, así como la desorción térmica de dichos compuestos en el puerto de inyección del cromatógrafo de gases permite su análisis. El cuerpo contiene un indicador que controla la profundidad de la inyección, tanto en el espacio de cabeza como en el puerto de inyección del CG/EM (Figura 6). La aguja contiene la fibra SPME, que consiste en una fibra de sílice recubierta por una capa de fase estacionaria selectiva.

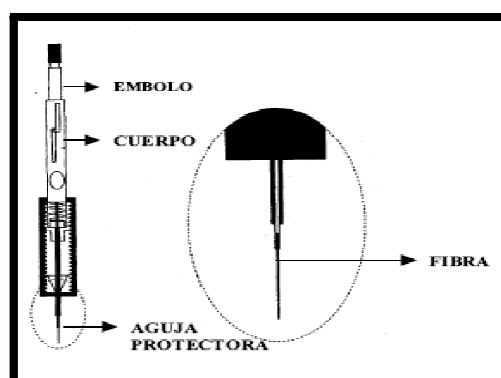


Figura 5. Diagrama de la unidad de SPME.



Figura 6. CG/EM.

1.9 JUSTIFICACION

A través del tiempo, los ovinos han constituido una especie que proporciona múltiples satisfactores a la humanidad; la producción de lana, carne, piel o leche son algunos de los elementos explotados por el hombre. Por sus hábitos alimenticios y tamaño, los ovinos aprovechan de manera eficiente la vegetación de las tierras de pastoreo.

La carne es uno de los alimentos más nutritivos para consumo humano, debido a su aporte en proteínas de alto valor biológico, grasas, vitaminas y minerales

En México el consumo principal de la carne de ovinos se realiza a través del consumo en forma de barbacoa y no se cuenta con ningún otro canal de aprovechamiento de esta carne, lo que representa un problema para este tipo de carne y se desea que tenga un mayor consumo por parte de la población.

Se pretende dar un valor agregado a la carne de ovinos elaborando un producto cárnico con características de calidad, de manera que se proporcione a la sociedad una alternativa de alimentación sana y adecuada.

Es necesario identificar y evaluar el papel de las razas locales como la Pelibuey y sus cruzas con otras razas introducidas como la Dorper, Blackbelly, con la finalidad de conocer su potencial en cuanto a los atributos organolépticos de la carne.

1.10 OBJETIVOS

1.10.1 Objetivo general

Determinar la calidad de la carne y del jamón ahumado elaborado de ovinos Pelibuey y sus cruzas con relación a sus propiedades nutricionales, fisicoquímicas, sensoriales e identificar los compuestos volátiles en el producto.

1.10.2 Objetivos específicos

- Elaboración del jamón ahumado a partir de la carne de ovinos Pelibuey y sus diferentes cruzas (PB/PB, PB/DP, PB/BB).
- Determinación de las características nutricionales y fisicoquímicas de la carne y del jamón ahumado a partir de las diferentes cruzas (PB/PB, PB/DP, PB/BB).
- Evaluar las características sensoriales del jamón ahumado de las diferentes cruzas.
- Detectar e identificar los compuestos volátiles que están presentes en el jamón ahumado a base de carne de ovinos de las diferentes cruzas.
- Correlacionar los resultados para determinar la craza de ovinos que tiene mayor calidad nutrimental y aceptación sensorial.

CAPITULO 2. METODOLOGIA

Se sacrificaron animales de cada fenotipo en el rastro de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán. Una vez sacrificados, se trajeron en neveras con hielo al Laboratorio de Tecnología de Alimentos del Instituto Tecnológico de Mérida. Para la realización de los análisis se tomaron como muestra la pierna y el lomo.

Se evaluaron las características nutrimentales (humedad, grasas, cenizas, proteínas y ELN) y fisicoquímicas (textura, color, pH y Aw) en la carne obtenida de las diferentes cruzas de ovinos y en el jamón ahumado.

Se realizó el análisis sensorial para determinar el grado de aceptación del producto por panelistas no entrenados, utilizando una escala no estructurada en la que se evaluaron las características organolépticas como: Sabor, Olor, Textura, Sabor y Aceptación; todos estos análisis se realizaron por triplicado en el Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Alimentos de Origen Animal de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Mérida.

En la siguiente figura se puede observar la metodología que se siguió para evaluar la calidad de la carne de ovinos y del jamón ahumado horneado.

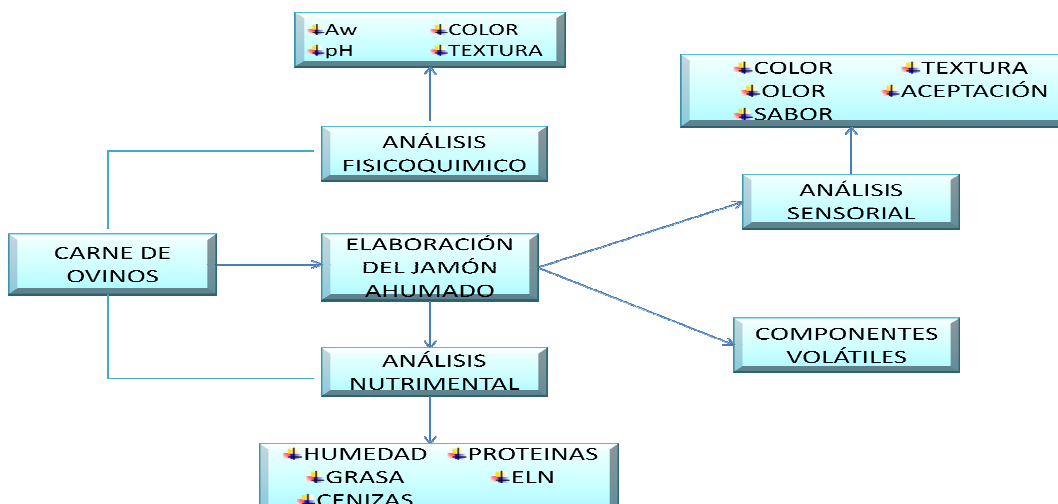


Figura 7. Diagrama de flujo para determinar la calidad de la carne y del jamón horneado ahumado.

Materia prima: Carne de ovinos

Ingredientes: Sal común, azúcar, Sal cura, Fosfatos, Buen sabor, humo liquido, Eritorbato de sodio.

Procedimiento para la elaboración del jamón ahumado

1. Lavado: Se lava la carne de ovino para evitar contaminantes.
2. Troceado. Se elimina la grasa excedente de la carne y se corta en trozos pequeños; se colocan en charolas y se mete en el cuarto frío.
3. Pesado: Se pesan los ingredientes.
4. Mezclado: A la carne se le añaden los ingredientes y se deja masajear por 5-10 minutos o hasta tener una consistencia gelatinosa debido a las proteínas.
5. Maduración: Después de masajear la carne, se deja reposar por 24 horas para el proceso en donde se obtendrá un buen color.
6. Llenado: Se preparan las fundas de celulosa en las cuales se va a agregar la carne que con anterioridad ha sido bien masajeadada y se cierran con cuidado.
7. Horneado y Ahumado. Las jamones en fundas son colgadas en el horno-ahumador, manteniendo una temperatura de 80°C por un lapso de 4 horas aproximadamente, procurando mantener la temperatura constante y con suficiente producción de humo a lo largo del tiempo, con la finalidad de que se ahúme el jamón de manera adecuada.
8. Enfriamiento: Terminado el horneado, se deja enfriar el jamón a temperatura ambiente y se colocan en el cuarto frío durante 24 horas.

En la figura 8 se puede observar el diagrama que se va a utilizar para la elaboración del jamón horneado-ahumado.

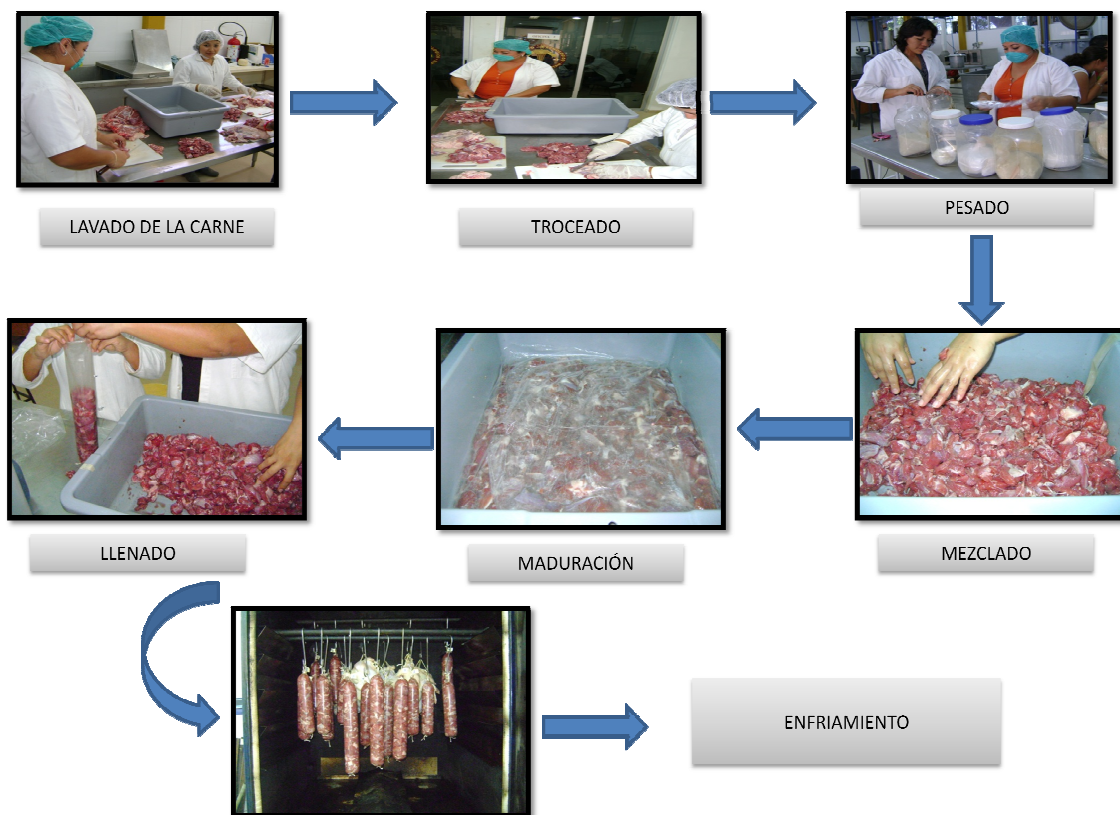


Figura 8. Diagrama de flujo de la elaboración del jamón horneado-ahumado.

ANÁLISIS NUTRIMENTAL

Los análisis se realizaron de acuerdo al método propuesto por la A.O.A.C. (2005).

- **Humedad**, utilizando el método de Secado en estufa a 105°C hasta peso constante

Procedimiento

Se introducen los crisoles a la estufa, a una temperatura de 105°C hasta tener un peso constante; transcurrido el tiempo, se sacaron los crisoles y se colocaron en el desecador durante 20 minutos para su enfriamiento, luego éstos se pesaron y se les agregó 2 g de la muestra; posteriormente, fueron llevados a la estufa hasta alcanzar el peso constante. Transcurrido este tiempo se sacaron de la

estufa y se pusieron nuevamente en el desecador. Se pesaron los crisoles con la muestra deshidratada y se anotó el peso final.

Cálculo del porcentaje de humedad

$$\% \text{ de humedad} = \frac{(P1-P2)*100}{P1-P2}$$

Donde:

P0: Peso, en g, del crisol sin muestra

P1=peso, en g, del crisol con la muestra

P2=Peso, en g, del crisol y la muestra después del desecado

- **Cenizas**, utilizando el método de incineración en Mufla a 550 °C por 4 h.

Procedimiento

Una vez que las muestras han sido deshidratadas previamente durante 24 h en la estufa; estas se colocan en la mufla que debe estar estabilizada a 550°C y se deja por un lapso de 4h. Después se apaga la mufla y se dejan que disminuya la temperatura para poder sacar los crisoles y colocarlos en el desecador. Finalmente se pesan y se anota el peso.

Cálculo del porcentaje de cenizas:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(P2-P0)}{(P1-P0)} * 100$$

Donde:

Po: peso en gramos del crisol sin muestra.

P1: peso en gramos del crisol conteniendo la muestra.

P2: peso en gramos del crisol y el residuo después de la incineración.

- **proteína**, utilizando un sistema automático Foss.

La cantidad de proteína en la carne y en el jamón ahumado se determinó mediante un sistema automático Foss. El método consiste en programar el equipo creando lotes de 20 rack de 250 ml; se anotan los pesos de las muestras para que el equipo calcule el porcentaje de proteína con el factor de 6.25. Se prepararon los siguientes reactivos: colorantes verde de bromocresol y rojo de metilo, ácido bórico al 1%, hidróxido de sodio al 40% para destilación y para digestión el hidróxido de sodio al 15%.

Procedimiento

Digestión:

- Se pesó 1 g de muestra fresca y se colocó en el tubo Foss de 100 ml.
- Se agregaron 12 ml de ácido sulfúrico concentrado.
- Se agregaron 2 pastillas de catalizador que contiene 3,5g K_2SO_4 , 0.4g $CuSO_4 \times 5H_2O$ (1000 Kjeltabs Cu/3.5).
- Los tubos se colocaron en el portatubos del digestor marca Tecator Scrubber de Foss a una temperatura de 420°C y la trampa de gases.
- Se taparon y se dejó digerir hasta que la muestra quedó de un tono verde, lo cual ocurrió en aproximadamente 1 hora.
- Después se dejó reposar 15 minutos para que los gases se desvanezcan, luego se procedió a la destilación automática en el equipo Foss.

Destilación:

- Se procedió a colocar los tubos en el equipo ya programado y se destiló la muestra durante aproximadamente 5 minutos.
- Se anotaron los resultados finales.

- **Grasas**, utilizando el método Soxhlet

Procedimiento

En un cartucho de extracción de celulosa se colocó la muestra deshidratada y se tapó con una capa ligera de algodón, estos son colocados en el extractor Soxhlet, luego se coloca un recipiente con éter de petróleo (80 ml) para cada muestra y se procede a la extracción, la cual consta de tres fases: inmersión, lavado y recuperación. Concluido este proceso, el cual dura aproximadamente 2 horas, se procede a sacar los cartuchos de extracción de celulosa y colocarlos en un desecador, para que absorban la humedad residual durante media hora; después se sacan para pesar y registrar los datos.

Calculo del porcentaje de grasa

$$\% \text{ grasa} = (P1 - P2 / P0) * 100$$

Donde:

P0= peso en g de la muestra seca

P1= peso, en g, del cartucho con la grasa

P2= peso final en g, del cartucho sin grasa

ANALISIS FISICOQUIMICOS

- Determinación de actividad de agua (Aw), utilizando el método de higrómetro de punto de rocío.

Procedimiento

Primero se seleccionó la muestra fresca, luego se pesaron dos gramos de la misma, colocando la muestra en la celda de manera que cubra toda la parte inferior de la celda, se introduce la celda con la muestra en el equipo, el cual debe estar previamente encendido durante 15 min, después de introducir la muestra, se espera a que se emita un sonido, lo cual significa que se estabilizó la lectura, entonces se procede a anotar dicha lectura.

- **PH**, utilizando el potenciómetro digital marca Hanna modelo HI99163.

Procedimiento

En un trozo de muestra se introduce la punta cortante del potenciómetro digital procurando cubrir bien hasta el lector de medición, inmediatamente esperar hasta que el aparato indique la medición exacta, para utilizarlo de nuevo es necesario lavarlo con agua y secar bien procurando no dejar ningún residuo de la muestra anterior. Cada lectura se realizó por triplicado. Las estimaciones se promediaron para la muestra en particular.

- **Color**, utilizando un medidor de color por reflectancia marca X-Rite serie SP60.

Procedimiento

Para el análisis se utilizó una caja de petri donde se colocó la carne tratando de cubrir toda la superficie de la celda y se puso el aparato en contacto con la muestra a través de una superficie de cristal para evitar manchar el lente del equipo. Las mediciones se hicieron en los cortes de lomo y pierna tomándose 6 lecturas por muestra. Se tomaron las lecturas de:

- ❖ L (luminosidad) que indica el nivel o grado de blancura, variando de: L0= negro, L50= gris y L100= blanco
- ❖ a+ con tendencia al rojo y a- con tendencia al verde
- ❖ b+ con tendencia al amarillo y b- con tendencia al azul.

➤ **Textura**

La textura se evaluó con una prueba de compresión, en un Texturómetro Instron Modelo 4442. Se tomaron cortes de carne de 1x1.5x2 cm sobre los que se aplicó una fuerza de 10 N a una velocidad de 80 mm/min en forma perpendicular a la dirección de las fibras.

ANÁLISIS SENSORIAL

La prueba sensorial se realizó en la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Mérida (figura 9), por un grupo de 37 panelistas no entrenados. Las características organolépticas que se evaluaron fueron: Color, Olor, Textura, Sabor y Aceptación General. Se utilizó una escala no estructurada, con tres puntos descriptores desde un extremo de muy desagradable (valor=0) hasta un extremo de muy agradable (valor=10) con un punto intermedio regular o normal (valor=5). Al usar esta escala, el consumidor localiza el nivel de agrado o desagrado que percibe de una muestra específica.

El jamón ahumado fue rebanado en trozos de aprox. 0.5 cm de grosor, cada uno de ellos fue codificado por cifras de tres dígitos tomados al azar. Se colocaron las muestras en platos de plástico para poder ser servidos a los panelistas; cabe mencionar que se les dio un vaso con agua para enjuagarse la boca entre una muestra y otra. La prueba se realizó entre las 9:00 y 11:00 am. Cada panelista recibió un bolígrafo y la hoja de preguntas (Anexo I) respecto a las características del producto a evaluar.



Figura 9. Evaluación sensorial del jamón ahumado.

DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS VOLÁTILES

Se realizó siguiendo la técnica de microextracción en fase sólida y su posterior análisis por cromatografía de gases-masas (Gianelli *et al.*, 2002).

En un vial de 15 ml se colocaron 2 g de muestra y se le agregaron 5 ml de agua evaporada, 2 g de sal y 28 μ L de estándar de nonanoato de metilo; luego se selló con un septum de PTFE/ silicona. La extracción de los compuestos volátiles se

realizó exponiendo la fibra al espacio de cabeza a 40°C en 1000 rpm durante una hora en un baño María. El tiempo de equilibrio y el tiempo de extracción duraron 30 min para cada uno.

Los componentes adsorbidos por la fibra se identificaron en un cromatógrafo de Gases-Masas de la marca Perkin Elmer Clarus 500 (Shelton CT,USA); la fibra utilizada para la extracción de los compuestos volátiles se realizó empleando un dispositivo de SPME (Supelco, Bellafonte, Pennsylvania, EEUU), utilizando fibras de 65µm, equipado con un detector de ionización de flama (FID) y una columna AT-5ms de 30 m de longitud, con un diámetro interno de 0.20mm y un espesor de 0.50 µm en su fase estacionaria con un modo splitless/splits, la temperatura del bloque de inyección se fijó a 240°C, la inyección de la fibra de SPME se realizó de manera automatizada en el puerto de inyección durante 10 min. El programa de temperatura del horno empieza con una T de 40°C y con una rampa de 4° C por minuto y una temperatura final de 240°C, manteniéndose por 10 min.

Método del cromatógrafo de gases

Se trabajó con modo splitless/splits, con un tiempo de 0-2 min con la válvula Split cerrada y de 2-60min con la válvula Split abierta, la relación split fue de 1:20

Espectrómetro de masas

La Fuente. Impacto electrónico

Modo: Scan 35-400 uma

T interfase: 250°C

T fuente: 230°C

Voltaje 70 eV

CAPITULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se detallan los resultados de los análisis nutrimentales de la carne y el jamón ahumado horneado de las diferentes cruzas.

Para la obtención de los resultados, se tomaron muestras por triplicado de cada craza de ovinos:

- ❖ Pelibuey con Pelibuey (PB/PB)
- ❖ Pelibuey con Dorper (PB/DP)
- ❖ Pelibuey con Blackbelly (PB/BB)

Para los resultados nutrimentales, fisicoquímicos y sensoriales, se calcularon los estadísticos descriptivos (media, desviación estándar, error estándar) mediante análisis de varianza ANOVA en el paquete estadístico de Statgraphics centurión 15.1.02. Los promedios se compararon utilizando la prueba de Tukey para determinar las diferencias significativas entre los efectos principales (variables independientes).

3.1 Análisis nutrimental de la carne y del jamón ahumado

En la tabla 3 se señalan los resultados del análisis nutrimental de la carne en los cortes de lomo y pierna. Estos datos son similares a los reportados por Arbiza (1996), que muestra la composición química promedio en los músculos de ovinos. En los valores de humedad, se puede apreciar que existe diferencia significativa entre las razas, siendo la PB/BB la de mayor cantidad con un 74.72% en lomo y 73.22% en pierna. También se puede notar que la raza PB/BB es la que cuenta con menor cantidad de grasa en lomo y la craza con mayor cantidad de proteína es la PB/PB. Todos los resultados son similares a los reportados por Naranjo (2009) y Eb (2010) quienes trabajaron con razas F1 similares, aunque la alimentación y el suministro de los animales provinieron de diferentes fuentes.

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE LA CARNE Y DEL JAMÓN AHUMADO EN OVINOS PELIBUEY Y SUS CRUZAS EN LA PENINSULA DE YUCATAN"

Tabla 3. Resultados del análisis nutrimental de lomo y pierna de la carne de ovinos.

RAZA	CORTE	% HUMEDAD	% PROTEINAS	% GRASA	% CENIZAS	% ELN
PB/PB	LOMO	71.89±0.65a	21.77±0.46a	4.08±0.51a	0.89±0.08a	1.36±0.24a
	PIERNA	72.16±0.13a	19.82±0.74a	4.94±0.85a	1.09±0.07a	1.97±0.35a
PB/DP	LOMO	73.16±0.21 ab	19.13±1.40a	5.39±0.41a	1.06±0.07a	1.25±1.28a
	PIERNA	72.53±1.20a	19±0.48a	6.48±0.25a	0.95±0.01a	1.04±0.48a
PB/BB	LOMO	74.72±0.19 b	20.8±0.43a	2.92±1.35a	0.98±0.07a	0.57±0.63a
	PIERNA	73.22±1.03a	18.66±0.63a	5.97±0.64a	0.97±0.02a	1.22±0.29a

Promedio dentro de la misma columna con distintos subíndices son significativamente diferentes (P<0.05) según la prueba de Tukey

En la tabla 4 se puede observar que los valores obtenidos del jamón ahumado son similares al compararlos con otros productos de diferentes tipos de animales; por lo tanto, tienen el mismo valor nutricional.

Tabla 4. Resultados del análisis nutrimental del jamón ahumado

RAZA	% HUMEDAD	% PROTEINAS	% GRASA	% CENIZAS	% ELN
PB/PB	63.11±3.79a	23.02±0.64a	8.93±2.25a	3.31±0.14a	1.61±2.03a
PB/DP	67.40±3.20a	21.43±0.40a	7.48±3.11a	3.04±0.09a	0.63±0.21a
PB/BB	68.43±1.52a	21.45±0.57a	5.96±0.68a	3.23±0.08a	0.92±r0.33a

Promedio dentro de la misma columna con distintos subíndices son significativamente diferentes (P<0.05) según la prueba de Tukey

3.2. Análisis fisicoquímico en la carne

Los valores de pH determinados en la carne se encuentran entre el rango normal (5.8-6.2), lo que indica que los corderos no se estresaron demasiado al momento del sacrificio. También se aprecia que en la actividad de agua, la carne tiene una mayor disponibilidad de agua para que los microorganismos se desarrollen en su interior, los resultados de Aw se encuentran en el rango normal de la carne (0.98-0.99) (Ranken, 2003). Los músculos de la espalda y la pierna tiene generalmente pH más elevados que el lomo (Monin, 1981).

Tabla 5. Resultados del análisis fisicoquímico del lomo y la pierna de la carne de ovinos.

RAZA	CORTE	pH	Aw
PB/PB	LOMO	5.65±0.04a	0.98±0.00a
	PIERNA	5.79±0.02a	0.98±0.00a
PB/DP	LOMO	5.89±0.02b	0.98±0.00a
	PIERNA	5.95±0.02a	0.98±0.00a
PB/BB	LOMO	5.71±0.02a	0.98±0.00a
	PIERNA	5.71±0.02a	0.98±0.00a

Promedio dentro de la misma columna con distintos subíndices son significativamente diferentes (P<0.05) según la prueba de Tukey

Se puede observar en la tabla 6 que estadísticamente no hubo diferencia significativa entre los valores de pH y actividad de agua entre las diferentes cruzas. Esto se puede explicar por el hecho de que fueron curados con los mismos ingredientes y la temperatura de ahumado fue la misma, por lo cual no presentó diferencia alguna.

Tabla 6. Resultados del análisis fisicoquímico del jamón ahumado

RAZA	pH	Aw
PB/PB	6.23±0.12a	0.96±0.00a
PB/DP	6.43±0.31a	0.96±0.00a
PB/BB	6.295±0.00a	0.98±0.00a

Promedio dentro de la misma columna con distintos subíndices son significativamente diferentes (P<0.05) según la prueba de Tukey

3.3. Resultados de color en la carne de ovinos de diferentes cruzas

EL color de la carne es un indicador de propiedades como frescura, manejo *premorten* o contaminación microbiana. Por tanto, su análisis es fundamental para determinar la calidad de la carne. De acuerdo al sistema Lab, el color se evalúa por tres parámetros, ya descritos en las secciones anteriores de este trabajo. La tabla 6 muestra los valores medios del parámetro de luminosidad, el cual indica la cercanía de la muestra a negro absoluto (L=0) o a blanco absoluto (L=100); por lo tanto, entre mayor sea el valor, más pálida será la muestra de carne. En la tabla 7 se observa que las muestras tomadas de la pierna fueron más pálidas que las tomadas del lomo en las razas PB/DP y PB/BB. La diferencia de luminosidad entre regiones pudo deberse al diferente metabolismo de los músculos del lomo y la pierna, que se

relaciona con la cantidad de fibras rojas y blancas, en mayor cantidad en la pierna debido a su metabolismo oxidativo por tener movimientos más violentos que el lomo.

Tabla 7. Resultados de color en el lomo y la pierna de carne de ovinos

RAZA	CORTE	L	a*	b*	TONO (Hu)
PB/PB	LOMO	42.57±0.45c	11.98±1.03a	8.82±0.87b	36.33±0.34b
	PIERNA	38.18±0.89a	12.25±0.23a	8.05±0.26a	33.29±0.37a
PB/DP	LOMO	34.56±0.32a	11.73±0.11a	5.29±0.04a	24.29±0.40a
	PIERNA	45.01±0.50b	12.29±0.14a	11.10±0.007b	42.10±0.34b
PB/BB	LOMO	36.62±0.21b	13.41±0.10a	6.44±0.07a	25.64±0.42a
	PIERNA	37.68±0.59a	13.48±0.02b	12.51±0.16c	42.85±0.34b

Promedio dentro de la misma columna con distintos subíndices son significativamente diferentes (P<0.05) según la prueba de Tukey

3.4. Resultados de textura de la carne de ovinos

La textura es una de las propiedades por las cuales se evalúa la calidad de la carne; de las varias formas de evaluar a la textura o dureza de la carne, la compresión es uno de lo más empleados en investigaciones en tecnología de carnes.

En la tabla 8 se muestran los valores medios para la textura, evaluada como fuerza necesaria para deformar una muestra de carne cruda de las cruzas y regiones anatómicas. Se observó significativamente más dureza en las muestras de lomo de las diferentes cruzas.

Tabla 8. Resultados de textura en el lomo y la pierna de carne de ovinos.

RAZA	CORTE	DUREZA	% ESTRES (N/cm2)
		(Kgf)	
PB/PB	LOMO	5.72±0.02b	56.13±0.19b
	PIERNA	4.66±0.05b	45.72±0.51b
PB/DP	LOMO	4.79±0.14a	46.96±1.44a
	PIERNA	4.41±0.11ab	43.21±1.14ab
PB/BB	LOMO	4.74±0.05a	46.49±0.50a
	PIERNA	4.14±0.11a	40.63±1.09a

Promedio dentro de la misma columna con distintos subíndices son significativamente diferentes (P<0.05) según la prueba de Tukey

3.5 Análisis sensorial

La evaluación sensorial de un alimento refleja la percepción del consumidor al consumirlo. Los parámetros establecidos como índice de calidad del alimento se incluyen el color, olor, sabor, textura y aceptación general.

A continuación, se presentan los resultados de la evaluación sensorial del jamón ahumado de las diferentes cruzas. A través del programa estadístico Statgraphics centurión XV se evaluaron los parámetros de: color, olor, sabor, textura y aceptación general.

La escala utilizada va desde 0 (muy desagradable) hasta 10 (muy agradable) con un punto intermedio el número 5 (normal).

3.5.1. COLOR

En la figura 10 se muestran las medias de las calificaciones emitidas por los panelistas donde hubo diferencia significativa entre las muestras. Comparando la craza PB/PB con las cruzas PB/DP y PB/BB, se puede apreciar que la primera fue la que obtuvo un promedio de 6.2 siendo el valor más bajo. Las muestras evaluadas obtuvieron valores por encima de 5, por lo que el color fue agradable para los panelistas. Comparando los resultados a los reportados por Naranjo (2009), donde la raza DP/BB fue la mejor calificada seguida de la raza KT/BB podemos concluir que las cruzas con BB son de color más agradable.

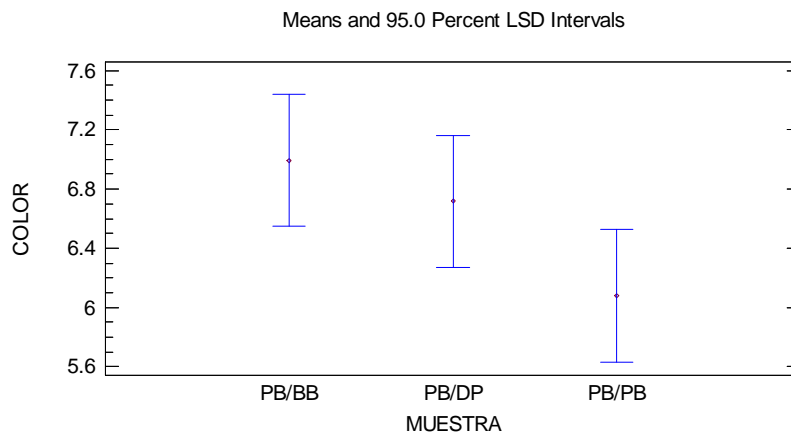


Figura10. Análisis de color del jamón

*La escala utilizada va desde 0 (muy desagradable) hasta 10 (muy agradable) con un punto intermedio el número 5 (regular)

5.5.2. OLOR

En la figura 11 se presentan las medias de las calificaciones emitidas por los panelistas donde no hubo diferencia significativa entre las muestras. Los panelistas le asignaron valores por encima del punto intermedio a las muestras evaluadas, por lo que el olor les fue agradable. Sin embargo, la muestra PB/DP fue la mejor evaluada con un promedio de 6.6. Los resultados se compararon con los de Eb (2010) donde las cruza PB/DPB obtuvieron valores por encima de 6.

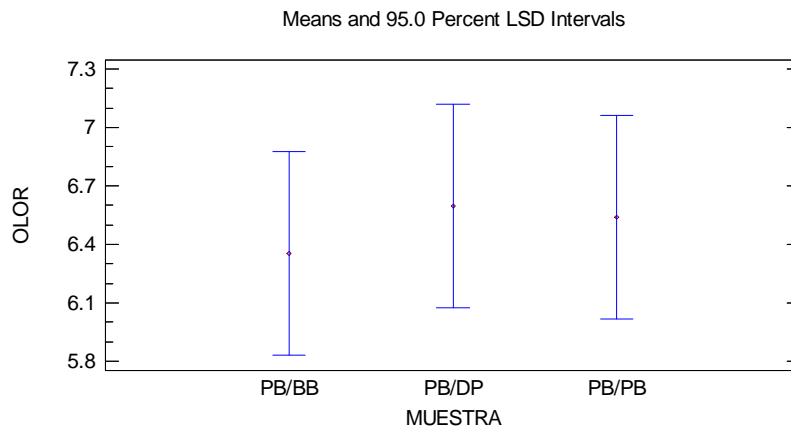


Figura 11. Análisis de olor del jamón

3.5.3. TEXTURA

En la figura 12 se muestran las medias de las calificaciones emitidas por los panelistas en donde no hubo diferencia significativa entre las muestras. Los jueces calificaron a las muestras como de textura regular. La muestra PB/DP fue la que la mejor evaluada con un valor de 6.6. Nuevamente, al comparar los resultados con los de Eb (2010) se pudo observar la cruza DPB/PB fue la que presentó mejor textura.

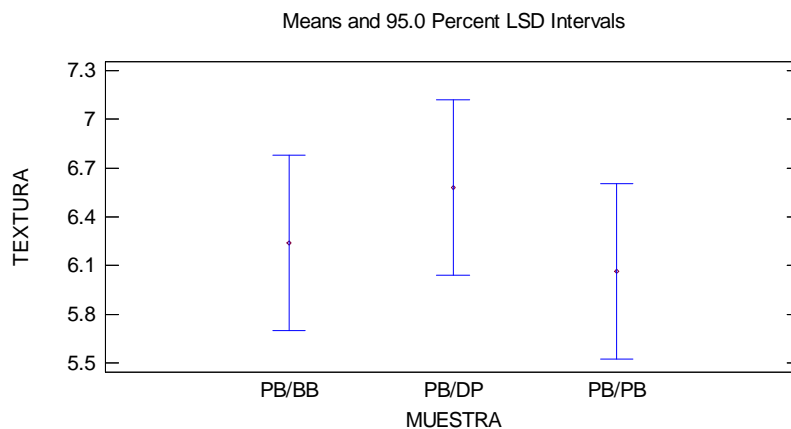


Figura 12. Análisis de textura del jamón.

5.5.4. SABOR

En la figura 13 se muestran las medias de las calificaciones emitidas por los panelistas en donde no hubo diferencia significativa entre las muestras. Los jueces calificaron a las muestras como de sabor normal; sin embargo, la muestra PB/PB fue la mejor evaluada con un valor promedio de 7. En cuanto al sabor, Naranjo (2009) reporta valores de las cruzas DP/BB menores a 5 y Eb (2010) valores superiores a 5.6 para las cruzas DP/PB.

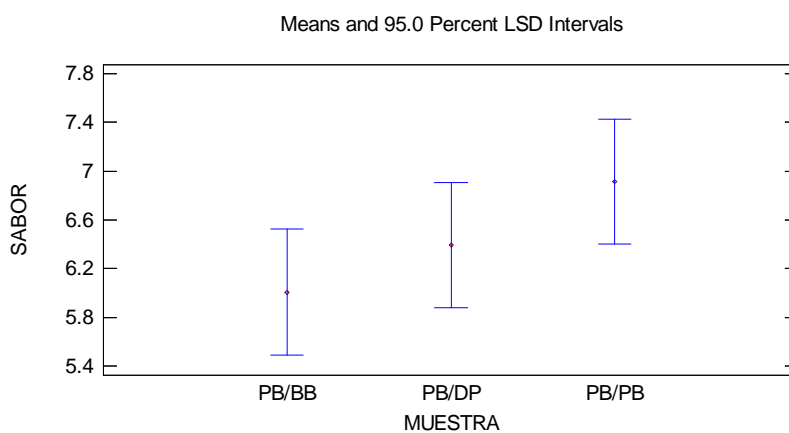


Figura 13. Análisis de sabor del jamón.

3.5.4. ACEPTACIÓN

En la figura 14 se pueden apreciar las medias de las calificaciones emitidas por los panelistas donde no hubo diferencia significativa entre las muestras. Los jueces calificaron a las muestras como de sabor agradable. La muestra PB/DP fue nuevamente la que obtuvo el valor promedio más alto de 8.2. Los resultados se compararon con los de Naranjo (2009) y Eb (2010) y en general, las cruzas DP/BB y DP/PB tienen una buena aceptación, obteniendo valores por encima de 6.

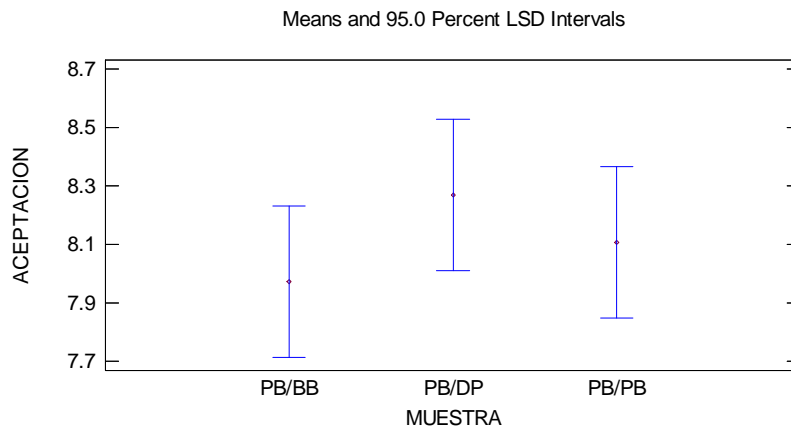


Figura 14. Análisis de la aceptación del jamón

3.6 Resultados del análisis de compuestos volátiles en el jamón ahumado

Los métodos cromatográficos permiten separar, identificar y cuantificar las diferentes especies químicas implicadas en el flavor de la carne.

En el análisis de los compuestos volátiles por CG/EM en las muestras de jamón ahumado a partir de carne de ovinos Pelibuey y sus cruza, se pudieron determinar 6 compuestos y se clasificaron según su naturaleza química en alcoholes, aldehídos, cetonas y ácidos carboxílicos. También se determinó el porcentaje del área de cada compuesto, así como su índice de Kovats.

En la tabla 9 se puede observar que el compuesto con mayor porcentaje de área es el etanol con un 37.65% para la crusa PB/PB, seguido por el 2-metil-butanal con un 25.65%. El compuesto con menor porcentaje de área es el ácido acético con el 1.2% para la crusa PB/BB. Estos compuestos detectados son el resultado de los ingredientes añadidos al curado de la carne y minimizaron los compuestos que son característicos de la carne de ovinos.

Moguel (2011) reportó para el jamón ahumado de CPM el etanol como el compuesto con mayor área y el 2-metil-butanal como de menor área. También Gianelli (2004) tiene reportado a 2 metil-butanal como uno de sus compuestos mayoritarios en jamón curado y el etanol como el minoritario, contrario a los reportados al jamón ahumado.

Uno de los mayores problemas en el estudio de los aromas es poder determinar aquellos compuestos que significativamente contribuyen el olor en los alimentos.

Tabla 9. Compuestos volátiles identificados en el jamón ahumado.

Nº	GRUPO	COMPUESTO	IK	% AREA		
				PB/PB	DP/PB	BB/PB
1	Alcohol	Etanol	427	37.65	35.86	32.33
2	Alcohol	Isobutanol	625	6.49	15.6	5.92
3	Acido carboxílico	Acido acético	645	1.63	1.6	1.2
4	Aldehído	2-metil-butanal	655	25.65	24.28	22.26
5	Cetona	Acetoin	718	10.12	16.25	18.34
6	Alcohol	3-metil- Butanol	735	22.8	7.71	26.81

CAPITULO 4. CONCLUSIONES

Por medio del contenido nutrimental en la carne de las diferentes cruzas se determinó que:

- ❖ En el lomo, la craza PB/BB fue la que presentó menor cantidad de grasa.
- ❖ En la pierna, la craza PB/PB fue la que presentó mayor cantidad de proteína.

Se determinó que la raza PB/BB fue la que presentó menor cantidad de grasa. Por referencia bibliográfica, se sabe que el contenido de proteínas es inversamente proporcional a la cantidad de grasa; sin embargo, la carne y el jamón no presentaron esta tendencia.

Se determinó que los valores de pH son muy próximos entre la carne y el jamón, al igual que la actividad de agua. Con relación al color, la craza PB/DP y la PB/BB en la pierna fueron más pálidas con relación al lomo.

El análisis sensorial determinó que entre los parámetros de olor, sabor, textura y aceptación, no se encontró ninguna diferencia significativa; sin embargo, se puede notar que la raza PB/BB fue la que tuvo menores valores de aceptación que las otras muestras y eso puede deberse a que presentó 5.96% de grasa y es importante considerar que la grasa presente en el producto, permite que se distingan algunas características sensoriales deseables como la jugosidad, ternura y aroma.

En los compuestos volátiles se determinó que en su mayoría pertenecen al grupo de los alcoholes, que son provenientes de los ingredientes agregados a la carne de ovinos.

CAPITULO 5. BIBLIOGRAFIA

1. Almanza, V.A. 2007. Razas ovinas de uso comercial en México. Revista del borrego. 46.
2. Amerine, M.A., Pangborn, R.M. y Roessler, E.B. 1965. Principles of sensory evaluation of foods. Academic Press. New York.
3. Anzaldúa-Morales Antonio. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza (España).1994.
4. Anónimo, 2002. Razas puras de ovinos Pelibuey de pelo. <http://www.dorper.com.mx>
5. A. O. A. C. 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International, edited by Dr W. Horwitz and Dr. G. Latimer 18^a ed. Maryland, USA
6. Arbiza, A.S. y De Luca T.J. 1996. Producción de carne ovina. Editores Mexicanos Unidos, México.
7. Arbiza S, de Lucas J. 1997. Lana, Producción y características. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México pp 9-10.
8. Arnau J. 1999. La carne y los productos cárnicos como fuente de micronutrientes. Eurocarne. 80, 31-34.
9. Arteaga C. 1999. Problemática de la ovinocultura en México. La ovinocultura en México. Asociación Mexicana de Criadores de Ovinos.
10. Arteaga Castelán, J. 2003. Situación de la producción, comercio y consumo de la carne de ovino en México. Retos y perspectivas. Presidente de Asociación Mexicana de Criadores de Ovinos.
11. Asociación Mexicana de Criadores de Ovinos (AMCO). 2001. Página Web. Consulta en línea: http://mx.geocities.com/amco_org/julio de 2003.
12. Astiasarán, I, y Martínez, J.A. 2000. Alimentos. Composición y propiedades. Mac Graw Hill Interamericana. Pp. 15-24.
13. Baas Canché, Rubí Alejandrina. Determinación de la calidad de la canal de ovinos F1 Pelibuey-Katahdin. Tesis de maestría. Instituto Tecnológico de Mérida, Yucatán. 2007.
14. Belitz, H.D.; Grosch, W. 1988. Química de los Alimentos. 1a Edición. Ed. Acribia, S.A. pp. 629-677, Zaragoza, España.

15. Bonnet M., Kopp J., 1984. Dosage du collagene dans les tissus conjonctifs, la viande e tales carnés. Cah Tech INRA 5,19-30.
16. Bonnet M., Kopp J., 1992. Préparation des echantillons pour le dosage et la caractérisation qualitative du collegéne musculaire. Viandes Prod Carnés 13(3), 87-89.
17. Brunton, N. P., Cronin, D. A., Monahan, F. J., Durcan, R. A. 2001. The effects of temperature and pressure and performance of Carboxen/PDMS fibers during solid phase microextraction (SPME) of headspace volatiles form cooked and raw turkey breast. *Flavour fragrance J.*, 16, 294-302.
18. Bunge, R., D. L. Thomas, y T.G. Nash. 1995. Performance of hair breeds and prolife wool breeds of sheep in Southern Illinois: Lamb production of F1 Adult ewes, *Journal of Animal Science* 73: 1602-1608.
19. Cardellino, R. 2005. Elección y utilización de las razas ovinas como componente de los sistemas de producción. *Revista trimestral*.
20. Cañeque, V. 2000. Metodología para el Estudio de la Calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid.p.p.81-90,125-132,145-205.
21. Cañeque V.; Sañudo, C. 2005. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid. Pp. 206,243.
22. Cruz, L.C. de la. 2005. El mejoramiento genético y el papel que juega en la producción de carne ovina. 1er seminario de ovinocultura "Producir para ganar". Tulancingo, Hgo. Pp. 5-17
23. Elmore, J. S.; Erbahadir, M.A.; Mottram, D.S. 1997. Comparation of dynamic Headspace concentration on Tenax with solid phase microextraction of the analysis of aroma volatiles. *J. Agric. Food Chem.* 45, 2638-2641.
24. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2009. La FAO en México. Más de 60 años de cooperación: 1945_2009. FAO. Representación
25. FAOSTAT. 2008. Producción, Consumo, Comercio. [http//Faostat.fao.org](http://Faostat.fao.org)
26. Fischer K. 1988. *Fleischwirtschaft*.

27. Fisher C. and T. R. Scott. 1997. Flavores de los alimentos. Biología y química. (Ed. Esp.) Editorial Acribia. España.
28. Fischer, N., Widder, S. 1997. How proteins influence food flavor. Food Technol., 51, 68-70
29. Fitzhugh, H. A. y G. E. Bradford. Productivity of hair sheep and opportunities for improvement. En Hair Sheep of Western Africa and the Americas: A genetic resource for the tropics, Fitzhugh y Bradford (Eds.) west view, Boulder, CO, E. U. de A. Pp 23-52.
30. Forrest J. C., Aberle E. D., Hedrick H. B., Judge M. D. y Merkel R. A. 1979. Fundamentos de ciencia de la carne. Acribia. Zaragoza, España. P. 364.
31. Gianelli, M. P., Flores, M. y Toldrá, F. 2002. Optimization of solid phase micro extraction (SPME) for the analysis of volatile compounds in dry-cured ham. Journal of the Science of Food and Agriculture, 82 (14), 1703-1709.
32. Grigaliunaite I., Tapio M., Kantanen J. Characterization of genetic diversity in domestic sheep. Consulta en línea:
<http://www.agronet.fi/maataloustieteellinenseura/julkaisut/postekj03grida.pdf>
Febrero de 2004.
33. Guerrero, I., Ponce, E., Pérez, M. I. 2002. Curso práctico de tecnología de carnes y pescados. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. México. pp 11-21.
34. Hamm R. 1960. Biochemistry of Meat Hydration. Adv. Food Res. Volume 10. P. 355.
35. Higuera, M. de J., H. Hernández A., A. Tapia V., J. Colín, N. y A. Gonzáles R. 1998. Efectos de raza, tipo de parto y sexo de la cría sobre el peso al nacimiento y el destete en Ovejas de Pelo. IV Congreso Iberoamericano de Razas Autóctonas y Criollas. Tampico, Tamps, noviembre. P.322.
36. Higuera, M. de J., H. Hernández A., P.C. Estrada B., y A. Gonzales R. 1998b. Punto de equilibrio y relación costo-beneficio como indicadores de rentabilidad en una explotación de ovinos de Pelo. IV Congreso Iberoamericano de Razas Autóctonas y Criollas. Tampico, Tamps, noviembre. P.321

37. Horvat, R.J.; Chapman, G.W. 1990. Comparison of volatile compounds from peach fruit and leaves (Cv. Monroe) during maturation. J. Agric. Food Chem. 38, 1442-1444.
38. Hofman, K. 1994. What is quality? Meat Focus International.
39. Honikel K. O. 1991. Assessment of meat quality. En: Animal biotechnology and the quality of meat production. Ed. L. O. Fiems. Cottyn B. G. Elsevier. Amsterdam. Pp.107-125.
40. López R. La ovinocultura, una industria en ciernes que promete buenos resultados. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UAT. Consulta en línea: <http://fmvz.uat.edu.mx/Investigacion/alfabetico/ovinos2.pdf> Mayo de 2003.
41. Lawrie, R. A., Ciencia de la carne. Editorial Acribia, Zaragoza, España, 1977.
42. Leymaster, K. A. 2002. Fundamental aspects of crossbreeding of sheep: Use of breed diversity to improve efficiency production. Sheep and Goat J. 17: 50-59.
43. Lubbers, S., Landy, P., Voley, A. 1998. Retention and release of aroma compounds in food containing proteins. Food Technol, 52, 68ñ74, 210-214.
44. Manev, G. 1983. La carne y su elaboración. Editorial Científico Técnica. Cuba. pp 3-72.
45. Manuales para educación agropecuaria. 1986. Elaboración de productos cárnicos. Editorial Trillas. México.
46. Medrano J. 2000. Recursos animales locales del centro de México. Arch. Zoot. 49: 385-390.
47. Moguel Lizama Osvaldo. 2011 "Calidad de la carne y jamón horneado de cerdo pelón mexicano alimentado con *Brosimum alicastrum*". Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico de Mérida, Yucatán.
48. Nava-López, V.M., Olivia-Hernández, J. e Hinojosa-Cuéllar, J.A. 2006. Mortalidad de los ovinos de pelo en tres épocas climáticas en un rebaño comercial en la Chontalpa, Tabasco, México. Universidad y Ciencia. 22(2):119-129.

49. Nielsen, J.H., Sorensen, B., Skibsted, L.H., and Bertelsen, G 1997. Oxidation of precooked minced pork as influenced by chill storage of raw muscle. *Meat Sci.*, 19, 1057-1059.
50. Pawliszyn, J. 1995. New directions in sample preparation for analysis of organic compounds. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, Volume 14, Issue 3, March 1995, Pages 113-122.
51. Pawliszyn, J. 1997. *Solid Phase Microextraction, theory and practice*. Wiley-VCH, New York.
52. Pawliszyn, J. 1999. *Applications of solid phase microextraction*. The Royal Society of Chemistry, Cambridge.
53. Price, J.F. & Schweigert, B.S. 1976. *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. Editorial Acribia, Zaragoza España.
54. Ranken, M.D. 2003. *Manual de la Industria de la carne*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 16-54 p.
55. Rosmini M.R., Pérez Álvarez, J.A., Fernández López, J. 2000. *Nuevas Tendencias en la Tecnología e Higiene de la Industria Cárnica*. Universidad Miguel Hernández. España. pp. 11, 43-49
56. Ruiz, J., Cava, R.; Ventanas, J.; Jensen, M. T. 1998. Solid-phase microextraction method development for headspace analysis flavor compounds. *J Agric Food Chem.* 46, 4688-4694.
57. Sañudo C. 1992. *La calidad organoléptica de la carne con especial referencia a la especie ovina: factores que determinan, métodos de medida y causas de variación*. Curso Internacional de Producción Ovina. Zaragoza, España.
58. Schillo, K.K. 1992. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *Journal of Animal Science* 63: 58-54.
59. Steffen, A. y Pawliszyn, J. 1996. Analysis of flavor using headspace solid-phase microextraction. *J Agric Food Chem.* 44, 2187-2193.
60. Toldrá, F., Flores, M., Sanz, Y. 1997. Dry-cured ham flavor enzymatic generation and process influence. *Food Chem.*, 59, 523-530.
61. Toldrá, F. 1998. Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products. *Meat Sci.*, 49, S101-S110.

62. Toldrá, F.; Flores, M 1998. The role of muscle proteases and lipases in flavor development during the processing of dry-cured ham. *CRC. Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 38, 331-352.
63. Totosaus, A., Gault, N., Guerrero, I., 2000. Dynamic rheological behavior of meat proteins during acid-induced gelation. *Int. J. Food Prop.* 3(3):465-472.
64. Velásquez MA. 1989. Mejoramiento genético de ovinos tropicales. Capítulo III.
65. Weinling, H. 1990 *Tecnología Práctica de la Carne*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
66. Wilson, D. E & Reeder, D. M. 2005. *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference* (3rd ed).
67. Zhang, Z., Pawliszyn, J. 1993. Headspace solid-phase microextraction. *Anal Chem.* 65, 1843-1852.
68. Zhang, Z.; Yang, M. Pawliszyn, J. 1994. Headspace solid-phase microextraction. *Anal Chem.* 65, 844A - 853A.

ANEXO I. ANÁLISIS SENSORIAL

EVALUACIÓN SENSORIAL DE JAMÓN HORNEADO

NOMBRE: _____

Fecha: _____

INSTRUCCIONES: Por favor, señale en el espacio correspondiente su apreciación con relación a la ACEPTACION GENERAL que usted tenga acerca del JAMÓN HORNEADO que está evaluando.

	180	210	365
Me gusta extremadamente			
Me gusta mucho			
Me gusta			
Ni me gusta ni me disgusta			
Me disgusta			
Me disgusta mucho			
Me disgusta extremadamente			

Agradecemos mucho sus comentarios:

EVALUACIÓN SENSORIAL DE JAMÓN HORNEADO

NOMBRE: _____ FECHA: _____

INSTRUCCIONES: Por favor, marque una línea vertical corta sobre cada línea horizontal para cada uno de los atributos de la calidad organoléptica del jamón horneado. Es **IMPORTANTE** realizar la evaluación según el orden establecido. Es decir:

1º Fíjese solamente en el **COLOR** y anote lo que considere apropiado.

2º Ahora concéntrese en el **OLOR** del producto y anote su apreciación.

3º Después evalúe la **TEXTURA** y por último el **SABOR** del jamón.

	180	210	365
COLOR	_____		
	muy desagradable	regular	muy agradable
OLOR	_____		
	imperceptible	normal	muy agradable
TEXTURA	_____		
	muy mala	adecuada	muy buena
SABOR	_____		
	imperceptible	normal	muy agradable

COMENTARIOS:

MUCHAS GRACIAS