

62



U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
CUAUTITLAN
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

Dep. de Estudios
Exámenes Profesionales

Manual de análisis de carne y productos cárnicos
(Revisión bibliográfica)

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN ALIMENTOS
P R E S E N T A N
LETICIA ARACELI SÁNCHEZ RIVERA
CARLOS ZAVALA RIOS
Asesora de tesis: Dra. Sara E. Valdés Martínez

Cuautitlán Izcalli, Edo. México

2002

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E



ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Manual de análisis de la carne y productos cárnicos"

que presenta el pasante: Carlos Zavala Rios
con número de cuenta: 09755120-7 para obtener el título de:
Ingeniero en alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 18 de enero de 2002

PRESIDENTE	<u>Dra. Sara E. Valdés Martínez</u>	
VOCAL	<u>M. en C. Carolina Moreno Ramos</u>	
SECRETARIO	<u>I. A. Ana Ma. Soto Bautista</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>I. A. Miriam Alvarez Velasco</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>M. en C. Ma. Guadalupe López Palacios</u>	



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



Departamento de
Exámenes Profesionales

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Manual de análisis de la carne y productos cárnicos"

que presenta la pasante: Leticia Araceli Sánchez Rivera
con número de cuenta: 09754223-2 para obtener el título de:
Ingeniera en alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

AT E N T A M E N T E

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 18 de enero de 2002

PRESIDENTE	<u>Dra. Sara E. Valdés Martínez</u>	
VOCAL	<u>M. en C. Carolina Moreno Ramos</u>	
SECRETARIO	<u>I.A. Ana Ma. Soto Bautista</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>I.A. Miriam Alvarez Velasco</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>M. en C. Ma. Guadalupe López Palacios</u>	

ÍNDICE GENERAL

1. Introducción	01
2. Justificación	03
3. Generalidades	05
4. Aporte nutrimental	09
5. Componentes principales	10
5.1 Lípidos	10
5.2 Proteínas y aminoácidos	11
5.3 Minerales	14
5.4 Vitaminas	15
5.5 Carbohidratos	15
5.6 Subproductos	15
5.7 Músculo	17
6. Situación actual	19
7. Características sensoriales	22
7.1 Palatabilidad	22
7.1.1 Suavidad	23
7.1.2 Sabor y aroma	23
7.1.3 Color	24
8. Conversión de músculo a carne	25
8.1 Factores positivos	26
8.2 Factores adversos	26
8.3 Cambios post-mortem	26
8.4 Desaparición del rigor mortis	29
8.5 Maduración	30
9. Microorganismos que atacan a la carne	32
9.1 Microbiología	32
9.1.1 Características generales	33
9.1.2 Temperatura	33
9.1.3 Alteraciones	35
9.1.4 Clasificación de acuerdo a la facilidad de alteración	36
9.2 Parasitología	38
9.2.1 Protozoos	38
9.2.2 Helmitos	38
9.3 Intoxicaciones alimentarias debido a la ingestión de carnes contaminadas	39
9.3.1 Bacterias	39
9.3.2 Parásitos	40

ÍNDICE GENERAL

10. Conservación	44
10.1 Métodos de destrucción de las bacterias de la carne	44
10.2 Cambios microbiológicos	45
10.3 Métodos de conservación	47
10.3.1 Almacenamientos por refrigeración	47
10.3.1.1 Sistemas de refrigeración	48
10.3.1.2 Métodos de refrigeración	49
10.3.2 Almacenamiento por congelación	50
10.3.2.1 Congelación lenta	52
10.3.2.2 Congelación rápida	52
10.3.2.3 Métodos de congelación	53
10.3.3 Descongelación y recongelación	54
10.3.4 Tratamiento térmico	55
10.3.5 Deshidratación	56
10.3.6 Liofilización	57
10.3.7 Irradiación	58
11. Procesado de la carne	61
11.1 Historia	61
11.2 Productos embutidos	63
11.3 Tripas naturales	68
11.4 Curado	71
11.5 Métodos de curado	74
12. Control de calidad	75
12.1 Métodos de análisis	84
12.2 Análisis de la carne y los productos cárnicos	88
12.2.1 Métodos químicos	88
12.2.2 Análisis de aditivos	91
12.2.3 Métodos microbiológicos	101
12.2.4 Análisis de identidad	106
12.2.5 Métodos físicos	109
12.2.6 Métodos sensoriales	111
13. Discusión	115
14. Conclusión	136
15. Bibliografía	138

INDICE DE TABLAS

No. tabla	Nombre	Página
Tabla 1	Diferentes clasificaciones de los alimentos	06
Tabla 2	Composición de la carne cruda de animales sacrificados.	07
Tabla 3	Contenido en ácidos grasos comunes en la grasa de vacuno, cerdo y cordero.	11
Tabla 4	Resumen de la composición de aminoácidos de la carne fresca.	12
Tabla 5	Contenido de tiamina, riboflavina, niacina, en las carnes crudas.	13
Tabla 6	Contenido mineral de las carnes	13
Tabla 7	Contenido mineral de las carnes viscerales crudas	14
Tabla 8	Uso de los subproductos comestibles de los animales.	16
Tabla 9	Subproductos no comestibles obtenidos de los animales.	17
Tabla 10	Sacrificio en rastros (TIF)	19
Tabla 11	México balanza comercial agropecuaria	20
Tabla 12	Tabla de blandura	30
Tabla 13	Principales microorganismos presentes en la carne	32
Tabla 14	Clasificación de las bacterias de acuerdo a la temperatura de crecimiento.	33
Tabla 15	Comparación de cortes de vacuno a granel correspondiente a las canales.	34
Tabla 16	Relación entre a_w y la concentración de salmuera	35
Tabla 17	Número de microorganismos existentes al aparecer mucosidad y aroma desagradable.	36
Tabla 18	Alteraciones sufridas en la carne	37
Tabla 19	Enfermedades infecciosas intestinales	39
Tabla 20	Condiciones generales de crecimiento de bacterias implicadas en intoxicaciones alimentarias	40
Tabla 21	Características de algunas intoxicaciones e infecciones alimentarias comunes	41
Tabla 22	Riesgos sanitarios de la carne y productos cárnicos	43
Tabla 23	Refrigeración de diferentes especies	49
Tabla 24	Tiempo máximo de almacenamiento de diversos tipos de carne a distintas temperaturas	51
Tabla 25	Clasificación de embutidos	62
Tabla 26	Contenido en agua, proteínas, grasa de algunas carnes empleadas en la elaboración de embutidos	64
Tabla 27	Tripas naturales	69

INDICE DE TABLAS

No. tabla	Nombre	Página
Tabla 28	Cantidades de nitritos y nitratos permitidos en carne	72
Tabla 29	Análisis de la carne y productos cárnicos	89
Tabla 30	Métodos y determinaciones	90
Tabla 31	Métodos de análisis para determinar adulteraciones en carne y productos cárnicos	93
Tabla 32	Métodos modernos de análisis en carne y productos cárnicos	99
Tabla 33	Microorganismos aislados con frecuencia en las carnes	101
Tabla 34	Técnicas de análisis microbiológicos	103
Tabla 35	Métodos para la identificación de especies	107
Tabla 36	Sistema EIA para identificar especies en carne y productos cárnicos	108
Tabla 37	Métodos sensoriales	111

INDICE DE DIAGRAMAS

No. de diagrama	Nombre	Página
Diagrama 1	Diagrama de comercialización	21
Diagrama 2	Consecuencias generales al cesar la circulación	27
Diagrama 3	Pigmentos hemo	73
Diagrama 4	Calidad	77

INDICE DE FIGURA

No. de figura	Nombre	Página
Figura 1	Elaboración de normas	79
Figura 2	Tipos de análisis de la carne	85
Figura 3	Diferenciación entre adulteración, alteración y contaminación	86

➤ OBJETIVO GENERAL:

Elaboración de un manual de análisis de cárnicos y productos cárnicos que sentará una vía de acceso para todas aquellas personas que deseen conocer las posibilidades de análisis aplicadas a la carne y sus derivados, tanto para cumplir con normas nacionales como internacionales, de acuerdo a los diferentes intereses.

➤ OBJETIVOS PARTICULARES:

1.- Investigación del panorama general de la industria cárnica en México, conceptos y generalidades de la carne y productos cárnicos mediante las diferentes fuentes bibliográficas (revistas, libros, direcciones electrónicas, etc.) para la recopilación de información.

2.- Recopilar información sobre los métodos, técnicas no oficiales y técnicas oficiales para la identificación y análisis de la carne y los productos cárnicos, haciendo uso de normas, reglas, el AOAC, y artículos actuales sobre el tema.

3.- Investigar todo lo relacionado a la calidad de la carne y productos cárnicos mediante los diversos programas (BHP, HACCP, QT, QI) para conocer la situación actual de la industria en México.



INTRODUCCIÓN

Desde hace miles de años los animales han formado parte importante en la vida de las personas, desde la prehistoria se ha buscado una fuente de alimentación nutritiva, y los animales formaron parte de ésta dieta, los primeros pobladores se dieron cuenta de que la carne de los animales que cazaban era de gran importancia para su supervivencia^{3,6,8}.

Con el paso del tiempo llegó el sedentarismo y entonces la vida del hombre cambió radicalmente, fue aquí donde buscó otra manera de obtener su alimento y en lugar de ir tras las grandes manadas o esperar su paso por algún lugar, empezó a domesticarlos obteniendo su propio ganado, cerca de su hogar lo cual le facilitó las cosas un poco más^{6,8}.

De entonces a la fecha el cultivo de plantas y el ganado domesticado por el hombre se encuentran como parte de los restos encontrados en antiguas civilizaciones, el tipo de animales domesticados varía de acuerdo a la región y lugar geográfico del mundo, el clima, y tipo de suelo. En todos los casos ha sido de gran importancia para el sustento alimenticio de estos pueblos, ya sea el ganado vacuno en gran parte de Europa, las cabras en la parte norte del continente asiático ó animales exóticos como el xoloescuintle ó guajolotes en México. La llegada de los españoles a México trajo consigo al ganado vacuno, porcino y equino. Los diversos animales domesticados impulsaron el desarrollo de civilizaciones.^{6,13}

El abastecimiento de alimentos ha sido preponderante para el hombre, el procesado y la distribución de estos se ha elevado considerablemente conforme el crecimiento poblacional de la sociedad, por lo que cada vez es más importante el conocer detalladamente todos los aspectos que rodean a la industria de los alimentos, y en especial a la que se refiere a la industria cárnica que lleva consigo una alta especialización entre todos aquellos profesionales que se desempeñan en esta área. Debido principalmente al alto valor nutricional de la carne y sus derivados.^{6,13,32}

En la actualidad las técnicas y equipos utilizados en esta industria se han sofisticado de una manera notable, el desarrollo de nuevas técnicas para el análisis de los productos cárnicos conducen a los investigadores a la especialización en varias ramas como; química,



microbiología, economía, nutrición, histología, fisiología, y medicina, dejando rezagados a los investigadores quienes son sobrepasados por las tendencias actuales de investigación. ^{6,32,57}



JUSTIFICACIÓN

La Industria Alimentaria ha tenido un vertiginoso desarrollo buscando la forma de alimentar a las grandes masas, desde la época de la prehistoria el hombre ha buscado la mejor manera de alimentarse y de acuerdo con algunas corrientes filosóficas ha sido el motor principal del desarrollo, las nuevas técnicas y métodos para la creación de procesos innovadores que solucionen el problema de alimentación que se padece en la actualidad en todo el mundo.

Desafortunadamente el hambre no es exclusiva de ninguna región del mundo, se extiende por todos los rincones del planeta y los menos favorecidos son los que menos tienen, en donde la tecnología es un asunto solo de ciencia-ficción, los efectos del hambre se ven día con día en las noticias difundidas en los diferentes medios de comunicación sin que se pueda hacer nada al respecto, tan solo dar algunos paliativos.

La historia nos muestra que al correr de los años nuestro país ha sufrido un sin número de contratiempos que han frenado el desarrollo de profesionales en todos los ámbitos, la situación actual no dista mucho de años anteriores. La formación de nuevos profesionales capacitados en México en el área de alimentos y en específico el área de los cárnicos, la formación de investigadores especializados en el área llevará a un mejor entendimiento en un mundo altamente cambiante como el nuestro solucionando la falta de tecnología necesaria para el desarrollo de una industria interna carente de apoyo e interés.

Los nutrimentos indispensables que aporta la carne y los productos cárnicos son de primordial importancia para el organismo humano, y han conducido al desarrollo de una gran industria alrededor de la producción y preservación de los productos procedentes de la carne, no hay que perder de vista que aunado a todo esto existe la problemática de una falta o escasa producción de ganado para abastecer al mercado nacional.

La importancia que ha tenido a lo largo de los años la industria cárnica, la evolución en la última década la ha colocado como uno de los pilares de la economía nacional, el aporte nutrimental de la carne y sus productos, la gran relevancia que han tenido los subproductos a lo largo de los años, los usos que tienen los animales para el hombre no solo como productores de carne, darán una idea más clara de lo que se



puede hacer con la carne como materia prima y desde luego los subsecuentes procesos que se siguen, técnicas y análisis para su correcta manipulación y transformación.

La recopilación de la información completa y actualizada sobre la carne y los productos obtenidos a partir de ella para la elaboración de un manual sentará una vía de acceso para todas aquellas personas que deseen conocer las posibilidades de análisis aplicadas a la carne, tanto para cumplir con normas nacionales como internacionales, de acuerdo a los diferentes intereses.



GENERALIDADES

En la actualidad se reconoce la importancia de la nutrición para el mantenimiento de la salud, la nutrición es un conjunto de funciones armónicas y coordinadas que se llevan a cabo en las células de la cual depende la composición corporal, la salud y la vida. Para que este equilibrio se mantenga es necesario suministrar los nutrimentos adecuados que se adquieren mediante una correcta alimentación. ^{42,32}

A la alimentación diaria, ó al régimen que se sigue habitualmente se le denomina dieta y comprende el conjunto de alimentos y platillos que se consumen cada día. ^{4,6}

El alimento es toda aquella sustancia que puede ser utilizada por un organismo vivo como fuente o materia de energía. Para su mayor comprensión los alimentos se han agrupado sobre la base de sus características. ^{35,48}

En la tabla 1 se muestran diversas formas en que se han agrupado los alimentos.

La carne se define comúnmente como la "parte pulposa de los animales domésticos, las vacas, cerdos, ovejas, se conocen como carnes rojas, esta definición incluiría a las aves". ^{13,46,34}

Una dieta correcta debe ser suficiente, completa y armónica, adecuada al sujeto, se debe tomar en cuenta la disponibilidad de alimento de acuerdo a la región, los hábitos y costumbres y por supuesto la situación económica y social. ³⁵

Por esta razón se ha dictado leyes de alimentación, para mantener al organismo sano y en buen estado nutrimental. ³⁵

La ley de la armonía nos indica que "se deben ingerir 10-15% de proteínas para la obtención suficiente de energía." ^{6,48}

Por otro lado la ley de la adecuación implica que el "estado microbiano de los alimentos, derivado del manejo y conservación de los mismos deben de estar libres de agentes microbianos que puedan ser patógenos al ser ingeridos." ^{6,35,48}



Tabla 1
Diferentes clasificaciones de alimentos

1.- Por su origen	Animal Vegetal	Carne, huevo, leche. Frutas y hortalizas.
2.- Por sus características fisicoquímicas	Alimentos ácidos No ácidos Grasos Protéicos	Frutos cítricos como el limón. Leche, huevo. Mantequilla, aguacate, nueces. Productos del mar, leche, carne, huevo.
3.- Según el proceso que reciben	De baja humedad De humedad intermedia De alta humedad Deshidratados Enlatados Fermentados	Cereales como el maíz, trigo. Plátano, aguacate. Frutos como la sandía, melón, jitomate. Leche en polvo. Frutas en almíbar, verduras. Yogurt, cerveza.
4.- Por sus características especiales de los alimentos	De origen agrícola o Industrial Alimento energético Alimentos plásticos Alimentos vitamínicos Alimentos calcicos Ricos en sales minerales	Su consumo sirve para cubrir las necesidades nutricionales, como los vegetales, queso etc. Aquellos ricos en lípidos o carbohidratos que proporcionan energía, papa, nueces, miel. Ricos en proteína, proporcionan aminoácidos, carne, pescado, huevo Ricos en vitaminas, como el pescado, leche. Leche
5.- Por grupos de alimentos	Lácteos Cárnicos Cereales y derivados Huevo y derivados Oleaginosas y derivados productos del mar	Alimentos realizados a partir de leche. Elaborados a partir de todo tipo de carnes de aves, res, conejo, cerdo. Puede o no integrarse al grupo cárnico.

Fuente: R. S. Kirk, R. Sawyer, H. Egan, 1996., *Composición y análisis de alimentos de Pearson*, 2ª edición, México 1996, Compañía Editorial Continental, CECSA Pág. 54



La composición de la carne magra puede aproximarse como al 75% de agua, 18% de proteína 4% de sustancia no proteicas soluble incluyendo componentes minerales y 3% de grasa.^{6,45}

En la tabla 2 se muestran diversos tipos de carne, su composición y el aporte nutrimental.

Tabla 2
Composición de la carne cruda de animales sacrificados
(según Paul y Southgate)

	AGUA	NITROGENO	PROTEINAS	GRASA	RELACION DE	PROTEINA EN	NITROGENO
	%	%	(N x 6.25) %	%	AGUA Y PROTEINA %	BASE LIBRE DE GRASA %	EN BASE LIBRE DE GRASA %
RES							
Magra	74.0	3.25	20.3	4.6	3.64	21.3	3.41
Grasa	24.0	1.4	8.8	66.9	2.76	26.6	4.2
Pecho	62.2	2.68	16.8	20.5	3.7	21.1	3.37
Costilla Anterior	57.4	2.56	16	25.1	3.56	21.4	3.42
Picadillo	64.5	3.01	18.8	16.2	3.43	22.4	3.56
Cadera	66.7	3.02	18.9	13.50	3.53	21.8	3.49
Sirloin	59.4	2.65	16.6	22.8	3.58	21.5	3.43
Bisteck para Estofado	68.7	3.23	20.2	10.6	3.4	22.6	3.61
Cabeza	68.4	3.13	19.6	11.2	3.49	22.1	3.52
Ternera	74.9	3.37	21.1	2.7	3.55	21.7	3.46
PUERCO							
Magra	71.5	3.29	20.7	7.1	3.45	22.3	3.54
Grasa	21.1	1.08	6.8	71.4	3.1	23.8	3.78
Vientre	48.7	2.44	15.3	35.5	3.18	23.7	3.78
Lomo	54.3	2.55	15.9	29.5	3.42	22.6	3.62
Pierna	59.5	2.66	16.3	22.5	3.58	21.4	3.43

Continúa en la pag 8



	AGUA	NITROGENO	PROTEINAS	GRASA	RELACION DE	PROTEINA EN	NITROGENO
	%	%	(N x 6.25) %	%	AGUA Y PROTEINA %	BASE LIBRE DE GRASA %	EN BASE LIBRE DE GRASA %
CARNERO							
Magra	70.1	3.33	20.8	8.8	3.37	22.8	3.65
Grasa	21.2	0.99	6.2	71.8	3.42	22	3.51
Pecho	48.3	2.67	16.7	34.6	2.89	25.5	4.08
Chuleta	49.5	2.34	14.6	35.4	3.39	22.6	3.62
Costilla	48.7	2.35	14.7	36.3	3.31	23.1	3.69
Pierna	63.1	2.86	17.9	18.7	3.53	22	3.52
Espalda	56.1	2.5	15.6	28	3.6	21.7	3.47
Pescuezo	55.1	2.5	15.6	28.2	3.57	21.7	3.48
POLLO							
Pechuga	75.4	3.74	23.4	1	3.22	23.6	3.78
Muslo	77.0	3.26	20.4	3.1	3.77	21.1	3.37
Pierna	77.8	3.18	19.9	3.5	3.99	20.6	3.3
Ala	75.4	3.49	21.8	3.3	3.46	22.5	3.61
Espalda	76.1	3.14	19.6	5.2	3.88	20.7	3.31
Pellejo	57.1	2.24	14	31.2	4.08	20.3	3.26
Grasa	33.8	0.86	5.4	63.20	6.26	14.7	2.35
PAVO							
Pellejo	49.6	2.03	12.7	36.9	3.91	20.1	3.22
Carne y pellejo	72	3.29	20.6	6.9	3.5	22.1	3.53
Carne blanca	75.2	3.71	23.2	1.1	3.24	23.5	3.75
Carne oscura	75.9	3.24	20.3	3.6	3.74	21.1	3.36
PATO							
Solo carne	75	3.15	19.7	4.8	3.81	20.7	3.31
Carne grasa pallejo	43.9	3.15	19.7	4.8	3.81	20.7	3.31
CONEJO							
Carne de lomo y pierna	74.6	3.5	21.6	4	3.45	22.5	3.64

Fuente: R. S. Kirk, R. Sawyer, H. Egan, 1996., *Composición y análisis de alimentos de Pearson*, 2ª edición, México 1996, Compañía Editorial Continental, CECSA Pág. 35.



APORTE NUTRIMENTAL

La carne es una fuente excelente de proteína de alta calidad, de vitaminas del grupo B y de ciertos minerales, especialmente el hierro. Se digiere fácilmente, y cuando se cocina la carne magra aporta nutrientes que contribuyen significativamente en el equilibrio de la dieta, 100 g de carne magra proporcionan la mitad de los requerimientos en proteína diarios, y el contenido de aminoácidos de las proteínas de la carne compensa las deficiencias comunes de las proteínas de los cereales, legumbres y hortalizas.^{3,6,13,30,35}

El desarrollo de métodos analíticos mejores, más rápidos y automáticos ha aumentado la exactitud de las observaciones experimentales para la composición y valor nutritivo de los alimentos de la carne y los productos que se generan.^{13,48}

La consideración de que la carne, independientemente de la especie, tiene esencialmente la misma composición, presentan algunas excepciones, no se encuentran grandes diferencias en la composición de aminoácidos de los cortes de músculo de las distintas especies, que puede ser extendida a las carnes de ave, de conejo, carne de caza, etc.^{3,6,48}

La composición del músculo magro obtenido de diferentes especies es relativamente constante en términos de proteína, grasa, minerales y contenido de agua, a pesar del contenido de grasa del animal. Sin embargo, trozos distintos de carne que varían en el contenido de grasa intra o intermuscular o recubrimiento graso pueden diferir considerablemente en su composición tal como se mostró en la tabla 2. Por esta razón las estimaciones del contenido nutritivo de la carne son más fidedignas cuando se toma en consideración la grasa de la pieza.^{5,49}

Otro centro de interés es la posible influencia de la composición de la dieta en el desarrollo de enfermedades degenerativas (afecciones cardíacas y cáncer) en el hombre.³⁴



COMPONENTES PRINCIPALES

El valor nutrimental de la carne se debe a sus proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales. Aunque la carne proporciona calorías a partir de las proteínas, de las grasas y de las limitadas cantidades de carbohidratos que posee, su contribución principal a la dieta deriva de la gran cantidad y calidad de sus proteínas, del aporte disponible de vitaminas B y de ciertos minerales, y de la presencia de ácidos grasos esenciales.^{10,32,45,46}

LÍPIDOS

Cuantitativamente el contenido de grasa puede variar desde un pequeño porcentaje hasta mas del 40% en canal, dependiendo de la dieta. Los animales subalimentados tienen poca grasa, los sobrealimentados un exceso.^{6,13,32,46}

La grasa cárnica contiene mas ácidos grasos saturados que la mayoría de los aceites vegetales. Las vísceras comestibles contienen generalmente menos grasa que el músculo, y sus lípidos tienen un mayor porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados.⁴⁶

La grasa de la carne contiene enormes cantidades de ácidos grasos esenciales para la dieta del hombre.^{6,46}

La carne contiene una amplia variedad de los lípidos. Algunos de ellos juegan papeles importantes en el metabolismo, especialmente los ácidos grasos esenciales, el colesterol, los fosfolípidos y las vitaminas liposolubles. Otros, como los ésteres de ácidos grasos, aunque menos activos fisiológicamente, sirven como forma de reserva y protección. La grasa, el glicerol esterificado con ácidos grasos, constituyen la fracción más importante de los lípidos comprendiendo mas del 95% del contenido de lípidos total del organismo.^{45,46}

Aunque hay alguna variación en la distribución de ácidos grasos de un animal a otro y de una localización a otra en canal, la grasa de cada especie es lo suficientemente constante en su composición como para permitir usar valores medios al calcular dietarios prácticos. La tabla 3 presenta tales datos para los principales ácidos grasos de las especies típicas. Se ofrecen también las cantidades traza de otros ácidos grasos, pero éstos son de poca significación dietética. Los 7 ácidos grasos



listados en la tabla 3 comprenden mas del 98% de los ácidos grasos totales en la grasa de la carne normal. Es digno de mención el hecho de que los ácidos grasos saturados comprenden menos de 50% de estos ácidos, a pesar de la referencia común a la grasa animal como grasa saturada. ^{13,46}

Tabla 3
Contenido en ácidos grasos comunes en la grasa de vacuno, cerdo y cordero¹

GRASA	PALMITICO	ESTEARICO	PALMITOLICO	OLEICO	LINOLEICO	LINOLENICO	ARAQUIDONICO
Vacuno	29	20	2	42	2	0.5	0.1
Cerdo	28	13	3	46	10.2	0.7	2
Cordero	25	25		39	4	0.5	1.5

Fuente: Prändl Oskar, Fischer Albert, Schmidhofer Thomas, Tecnología e higiene de la carne, Editorial Acribla, Zaragoza España, 1994, Pág. 273

Los ácidos grasos poliinsaturados que se hallan presentes en las grasas animales son los ácidos linoléico y araquidónico que son esenciales para el humano y han de ser aportados a la dieta ya que no pueden ser sintetizados por el organismo. ^{6,46}

Muchas de las fracciones minoritarias de los lípidos de la carne desempeñan funciones metabólicas importantes. Éstos incluyen los fosfolípidos y el colesterol. Los fosfolípidos son componentes esenciales de las membranas celulares y ayudan a regular el metabolismo celular, pueden ser sintetizados fácilmente por el organismo. El colesterol tiene funciones fisiológicas importantes y aparece en los tejidos como componente esencial de la membrana celular, el grave problema que presenta, es la formación de depósitos grasos en las arterias, es esencial para el metabolismo y el hígado puede sintetizarlo en situaciones de estrés. ^{10,46}

PROTEÍNAS Y AMINOACIDOS

La carne y la mayoría de los productos animales contienen porcentajes altos de proteínas (5.4% a 23.4%). Las proporciones en la carne son tales que cubren fácilmente las exigencias nutrimentales del hombre, el contenido en aminoácidos esenciales en sus proteínas es considerado como equilibradas y de alta calidad. Estas proteínas son altamente digeribles y de fácil absorción, capaces de sostener el crecimiento y la función biológica normales del organismo cuando se



suministran en suficientes cantidades. La composición en aminoácidos esenciales y no esenciales de las carnes y vísceras, frescas, curadas o procesadas indican que las cantidades relativas de los aminoácidos esenciales corresponden con las requeridas para mantener el balance de nitrógeno en el adulto humano como se muestra en las tablas 4 y 5.¹⁰

Tabla 4
Resumen de la composición de aminoácidos de las carnes frescas¹

ANIMAOCIDO	VACUNO	CERDO	CORDERO
ESENCIALES			
Histidina	2.9	3.2	2.7
Isoleucina	5.1	4.9	4.8
Leucina	8.4	7.5	7.4
Lisina	8.4	7.8	7.6
Metionina	2.3	2.5	2.3
Fenilalanina	4	4.1	3.9
Tronina	1.1	5.1	4.9
Triptófano	5.7	1.4	1.3
		5	5
NO ESENCIALES			
Alanina	6.4	6.3	6.3
Arginina	6.6	6.4	6.9
Ac. Aspártico	8.8	8.9	8.5
Cistina	1.4	1.3	1.3
Ac. Glutámico	14.4	14.5	14.4
Glicina	7.1	6.1	6.7
Prolina	5.4	4.6	4.8
Serina	3.8	4	3.9
Tirosina	3.2	3	3.2

¹ Todos los valores están expresados como porcentaje respecto del contenido de proteína cruda total (N x 6.25).

Fuente: Pränddl Oskar, Fischer Albert, Schmidhofer Thomas, Tecnología e higiene de la carne, Editorial Acribia, Zaragoza España, 1994, Pág. 260

Las proteínas de la carne son en gran parte las de los tejidos muscular y conectivo, las de mayor proporción son las proteínas sarcoplasmáticas formadas por enzimas musculares y la mioglobina, en menor abundancia están las proteínas del tejido conectivo constituidas por colágeno y algo de elastina (proteína no digerible).^{6,10,32,46}



Por otra parte la proteína de la carne contiene también algunos compuestos nitrogenados no proteicos, tales como aminoácidos libres, péptidos sencillos, aminas, amidas y creatina.^{6,46}

Tabla 5
Contenidos de tiamina, riboflavina y niacina de las carnes crudas

Tipo de carne	Contenido vitamínico (mg/100 de carne)						Nivel de proteína*
	Tiamina	Riboflavina	Niacina	Tiamina	Riboflavina	Niacina	
Vacuno	0.43	0.89	24	0.06	0.13	3.6	14.9
Cerdo	4.86	1.17	26	0.76	0.18	4.1	15.7
Cordero	0.89	1.24	28.9	0.15	0.2	4.7	16.5
Ternera	0.73	1.33	33.5	0.14	0.25	6.4	19.1

* Para definir los contenidos de proteína de varias especies, se emplearon los valores propuestos por la USDA para las siguientes: las carnes comestibles de canales de vacuno categoría choise, una media de tajos de carne de cerdo semigrasos, un valor medios de los tajos de canales de cordero categoría choise y una media en canales de ternera semigrasas sin el hígado.

Fuente: Fuente: Prändl Oskar, Fischer Albert, Schmidhofer Thomas, Tecnología e higiene de la carne, Editorial Acribia, Zaragoza España, 1994, Pág. 262

Tabla 6
Contenido mineral en las carnes¹

MINERAL		TIPO DE CARNE			
		VACUNO MAYOR	CERDO	CORDERO	TERNERA
Cenizas	(%)	0.8	1.2	1.2	1
Calcio	(mg/100 g)	11	9	10	11
Fósforo	(mg/100 g)	171	175	147	193
Hierro	(mg/100 g)	2.8	2.3	1.2	2.9
Sodio	(mg/100 g)	65	70	75	90
Potasio	(mg/100 g)	355	285	295	320
Magnesio	(mg/100 g)	18	18	15	15
Zinc	(mg/100 g)	4.3	2.4	4	.

¹ De carne en canales semigrasa recortada para la venta al detalle o de valores medios de tajos al por menor

Fuente: Fuente: Prändl Oskar, Fischer Albert, Schmidhofer Thomas, Tecnología e higiene de la carne, Editorial Acribia, Zaragoza España, 1994, Pág. 269



MINERALES

La carne generalmente es una buena fuente de minerales, con excepción de calcio, una buena fuente de hierro, indispensable para el mantenimiento de la salud, se necesita para la síntesis de hemoglobina, y la carne lo proporciona en forma absorbible.^{10,46}

Tabla 7
Contenido mineral de carnes viscerales cruda

CARNE VISCERAL	CENIZAS (%)	CALCIO (mg/100 g)	FOSFORO (mg/100 g)	HIERRO (mg/100 g)	SODIO (mg/100 g)	POTASIO (mg/100 g)	MAGNESIO (mg/100 g)	ZINC (mg/100 g)
VACUNO MAYOR								
Sesos	1.4	10	312	2.4	125	219	-	
Corazón	1.1	5	195	4	86	193	18	2
Riñón	1.1	11	219	7.4	176	225	-	1.9
Hígado	1.3	8	352	6.5	136	281	13	4
CERDO								
Sesos	1.4	10	312	2.4	125	219	-	
Corazón	1	3	131	3.3	54	106	-	2.6
Riñón	1.2	11	218	6.7	115	178	-	6.9
Hígado	1.5	10	356	19.2	73	261	16	
CORDERO								
Sesos	1.4	10	312	2.4	125	219	-	2
Corazón	1	11	249	4.7	-	-	14	2.4
Riñón	1.3	13	218	7.6	200	230	-	3.9
Hígado	1.4	10	349	10.9	52	202	-	
TERNERA								
Sesos	1.4	10	312	2.4	125	219	-	
Corazón	1.1	3	160	3	94	208	-	
Riñón	1.3	-	-	4	-	-	-	
Hígado	1.3	8	33	8.8	73	281	16	7.8

Fuente: Fuente: Prändl Oskar, Fischer Albert, Schmidhofer Thomas, *Tecnología e higiene de la carne*, Editorial Acribia, Zaragoza España, 1994, pag 270

La tabla 6 ofrece valores representativos de cenizas, calcio, fósforo, hierro, sodio, potasio, magnesio y zinc para las carnes frescas y las diferentes especies y en la tabla 7 se resume el contenido mineral de las vísceras crudas.^{10,46,47}



VITAMINAS

La carne es una fuente excelente de vitaminas del complejo B. Las cantidades de las diferentes vitaminas presentes en un trozo de carne dado depende de la especie y en algún grado de la edad, la raza, contenido de grasa y el tipo de alimentación. Los contenidos medios de tiamina, riboflavina y niacina se mostraron en la tabla 5. La carne contiene cantidades insignificantes de vitaminas A, C, D, E y K. ⁴⁶

El contenido de vitaminas tiende a ser más alto en vísceras que en músculo. La tiamina en el cerdo es la excepción a la regla, pues el contenido de esta vitamina en el músculo es superior al del hígado. Las vitaminas A y C están presentes en cantidades significativas en las vísceras. ^{6,10,46}

CARBOHIDRATOS

Los carbohidratos son menos del 1% del peso de la carne, la mayoría son el glucógeno y ácido láctico, que se encuentran principalmente en el hígado del organismo del animal, y transportado a los músculos y órganos por medio de la circulación para la obtención de la energía. Tras su muerte este es degradado y se convierte en ácido láctico. ^{10,47}

Es esencial en la acidificación post-mortem de la carne repercutiendo sobre la conservación, sabor y dureza final de la carne. ^{32,46}

SUBPRODUCTOS

Los mamíferos se reconocen como útiles para el hombre, se crían como productos alimenticios, las vacas, ovejas y cabras producen carne y leche, mientras que los cerdos, y las ovejas proporcionan carne, grasa, piel, lana, etc. ^{6,10,13,46}

Por ser un producto perecedero se ha desarrollado una amplia gama de tecnología a su alrededor que incluye desde la matanza hasta su consumo en distintos procesos. ⁴⁶

En los subproductos animales se incluye todo aquello que pueda tener un valor económico aparte del canal, que se obtenga durante el



sacrificio y el despiezado. Estos productos se dividen en comestibles y no comestibles según se destinen o no a la alimentación del hombre.^{1,10}

Desde siempre las industrias cárnicas se han caracterizado por la eficacia en el procesado y utilización de los subproductos.^{6,10,46}

Los subproductos más corrientes se ejemplifican en la tabla 8, casi todos ellos se alteran antes que la carne. Cualquier estudio que se genere al respecto resultará siempre incompleto, ya que los novedosos procesos y la creatividad sobre los nuevos productos generan comúnmente empleos más prácticos de estos.^{6,10}

Tabla 8
Uso de los subproductos comestibles de los animales

SUBPRODUCTO	APROVECHAMIENTO
Sesos	Despojo*
Corazón	Despojo*
Riñones	Despojo*
Hígado	Despojo*
Bazo	Despojo
Páncreas	Despojo*
Lengua	Despojo*
Rabo	Para sopa
Carrillos y recortes de cabeza	Ingrediente de embutido
Extracto de carne	
Sangre	*
Estomago	Para sopa y caldo
(A) de ternera	Ingrediente de embutido
(B) de cerdo	Ingrediente de embutido
(C) de vaca	Cuajo de quesería
HUESOS	
GRASA	
(a) vacuno y oveja	Tripa de embutido e ingrediente
(b) de cerdo	Gelatina, helados, geles
Intestino delgado	Grasas culinarias, dulces, goma de mascar
Intestino grueso (cerdo)	Tocino
Intestino grueso	*
Esófago	Tripa de embutido
Piel de cerdo	Despojo*

*Se consumen en algunos animales (en México se emplean en la fabricación de diversos productos tales como los famosos tacos del puesto de la esquina, chicharrón, quesadillas), solos o transformados.



En la tabla 9 se muestra algunos de los productos que pueden obtenerse como subproductos, en la actualidad han sido sustituidos debido al desarrollo de nuevos productos^{6,18}.

Tabla 9
Subproductos no comestibles obtenidos de los animales

SUBPRODUCTO	PROCESADO	APROVECHAMIENTO
MATERIA PRIMA	Cuero	Productos de cuero
	Gelatina	Cajas, papel de lija, carton aprestos.
	Pelo	Filtro, plaste, tapicería, cepillos
PIEL (VACAS Y TERNERAS)	Piel curtida	Productos de piel de vaca y ternera
PIELES DE CERDO	Piel curtida	Productos de piel de cerdo
	Piel	Productos de piel
	Lanolina	Cremas y pomadas
PIEL DE OVEJA	Lana	Textiles
	Piel	Productos de piel
GRASAS		
(Vacuno, terneras, corderos)	Sebo no comestible	Aceites industriales, piensos, jabón
(Vacunos, terneras, cerdos, ovejas)	Tankages	Gelatina
(cerdo)	Grasa	Endurecimiento de acero
	Posos	Refinado de azúcar
	Grasa fundida	Piensos animales
HUESOS	Hueso desecado	Piensos animales
	Harina de huesos	Piensos animales
	Aceite	Lubricantes
GLANDULAS	Preparados farmacéuticos	Medicamentos
PULMONES		Alimento para animales
Sangre	Deshidratación de sangre	Elaboración de productos cármicos

MÚSCULO

La unidad esencial del tejido muscular es la fibra multinucleada larga, los diámetros de las fibras musculares varían dentro del músculo y con la edad del animal y el grado de actividad. La fibra está compuesta por elementos de proteína formados, las miofibrillas, entre las cuales existe una solución, el sarcoplasma y una red muy fina de túbulos, el retículo sarcoplasmático, las fibras están unidas por una membrana muy delgada, el sarcolema, al cual se une en el exterior el tejido conjuntivo. Cada fibra está compuesta por muchas miofibrillas, un número variable de núcleos e inclusiones como mitocondrias, gránulos



de glucógeno y liposomas o gotas de grasa embebidas en el sarcoplasma de las células. Las proteínas miofibrilares son la miosina, tropomiosina y actina. Estas proteínas corresponden al 10% del músculo y son importantes en las propiedades funcionales de la carne, además de sufrir cambios durante el rigor mortis que se relacionan a la suavidad y a otras propiedades importantes del músculo, son proteínas contráctiles y junto con el tejido conjuntivo constituyen la estructura de la carne. ^{4,5,46}

Las proteínas miofibrilares poseen un alto grado de retención de agua que es una de las propiedades físicas más importantes de la carne. ⁵

La fracción proteica sarcoplásmica contiene la mayoría de las actividades enzimáticas, influye sobre las propiedades funcionales de la carne. El miogenol, globulinas, mioglobulinas, metmioglobulina, hemoglobina, mioalbúmina, quinasa creatina, fosfoglicérido, deshidrogenasa y la piruvatoquinasa son componentes que se han identificado en los extractos sarcoplásmicos. El contenido de colágeno parece estar relacionado directamente con la suavidad de la carne, así como el estado de las proteínas miofibrilares, están también relacionados con la suavidad de la carne y su capacidad de retención de agua. ^{4,5,8,10}

La grasa intramuscular es una parte importante de la estructura muscular y tiene una gran importancia sobre las características de la carne, además de triglicéridos hay un contenido considerable de fosfolípidos y constituyentes no saponificables como el colesterol. También hay cantidades importantes de vitaminas A, B, C, D, E, K. ¹⁰

En la carne están presentes aproximadamente 4% de sustancias no proteicas solubles, como compuestos nitrogenados (creatina), el monofosfato de inosina, aminoácidos, carbohidratos que incluyen glucógeno, glucosa, glucosa-6-fosfato, constituyentes inorgánicos como fósforo, potasio, sodio, calcio, zinc, que intervienen en el balance electrolítico y de presión osmótica de las células. Estos factores son muy importantes en la contracción muscular y el relajamiento en vida, y postmortem tienen un gran efecto sobre la suavidad de los músculos y su capacidad de retención de agua. ^{5,6,46}



SITUACIÓN ACTUAL DE LA CARNE

El comer constituye un proceso esencial para la conservación de la vida, pocos alimentos satisfacen como la carne, alrededor de ella se ha desarrollado una poderosa industria.³⁵

La carne como tal puede subdividirse en diversas categorías, la mayor en consumo es la carne roja, de entre estas las más comunes son la de vacuno, cerdo y bovino, aunque en muchos países se consumen cabras, antílopes, llamas, camellos, búfalos y conejos. Y la de menor consumo que es la carne blanca proveniente de las aves domésticas como las gallinas, pavos, avestruces, gansos, y gallinas de Guinea.^{6,45,46}

Existen una gran cantidad de operaciones antes de que la carne y los productos cárnicos lleguen al consumidor, la reproducción, la alimentación, el manejo del animal, el sistema de comercialización mediante el cual el ganado llega hasta el rastro, las plantas de elaboración de productos cárnicos son algunas de las operaciones por las que tiene que pasar, siendo de gran influencia en la economía del país, en el diagrama 1 se observan los pasos de comercialización seguidos en México desde que el ganado es transportado hasta llegar al consumidor como carne fresca o como producto cárnico.^{57,58,59,60}

Tabla 10
Sacrificio en rastros tipo inspección federal (TIF)

(cabezas)

	BOVINO	PORCINO	AVES	TOTAL
1989	634,991	1,116,464	135,589	1,887,044
1990	732,877	1,302,175	118,265	2,153,317
1991	637,451	1,385,171	154,051	2,066,673
1992	858,195	1,585,297	140,770	2,584,262
1993	1,038,883	2,200,532	133,462	3,372,877
1994	1,102,842	2,413,946	116,984	3,633,772
1995	1,353,989	2,959,878	165,827	4,479,694
1996	1,357,690	4,004,459	192,652	5,554,801
1997	1,301,565	3,677,554	155,296	5,134,415

Fuente: SAGAR



En México el número de cabezas se observa en la tabla 10, en ella se aprecian los diferentes tipos de ganado que se producen en México, ha aumentado en los últimos años un 105% en el ganado bovino, un 229% en el ganado porcino y 14.5% en el ganado aviar, donde se observan mayores fluctuaciones año con año.^{58,59,60}

Los rastros, salas de despiece, industria, y almacenes de productos se encargan de la distribución ya sea para venta al detalle como carne fresca, a hoteles, restaurantes e instituciones que necesiten la carne como materia prima. Es en todos ellos donde se deben aplicar los aspectos tecnológicos para la conservación de la calidad de la carne, así como el desarrollo de nuevos productos.^{12,26,45,46}

Se puede observar de la tabla 11 que la importación de ganado en México aumentó un 58% de 1995 a 1997, mientras la exportación disminuyó un 6.3%, lo cual permite ver que la demanda nacional ha aumentado y a pesar de que la producción nacional ha aumentado sensiblemente, no cubre la demanda nacional del producto.^{12,26}

Tabla 11
México, balanza comercial agropecuaria

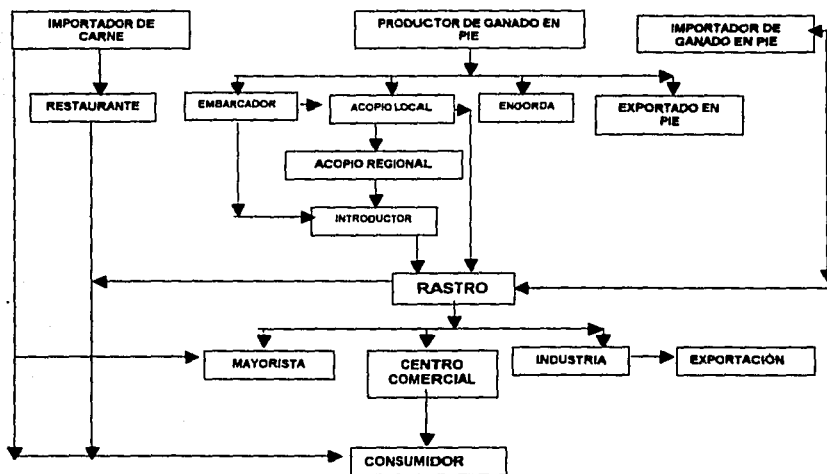
Millones de dólares

AÑO	EXPORTACIÓN	IMPORTACION	SALDO
1995	3,902	2,627	1,275
1996	3,385	4,654	-1,269
1997	3,656	4,146	-490

Fuente: SAGAR



Diagrama 1
Diagrama de comercialización en México



Fuente Información económica pecuaria



CARACTERISTICAS SENSORIALES

Entre otras razones, las personas comen carne por tradición, valor nutricional, disponibilidad, integridad, variedad, capacidad de saciar el apetito y costumbre social o religiosa. Razón de mucho más peso es el hecho de que la carne constituye un alimento agradable que se ha convertido en el plato fuerte de la mayoría de las comidas de muchos países.^{6,8}

La prueba final sobre el valor de la carne es su grado de aceptación por el consumidor. La intensidad de la satisfacción que deriva del consumo de la carne depende de respuestas psicológicas y sensoriales que son singulares para cada individuo. El estudio de factores tales como la apariencia, precio, aroma durante el cocinado, pérdida durante dichos procesos, facilidad de preparación para la mesa, porción comestible, blandura, jugosidad, aroma y valor nutricional aceptado, gobiernan la reacción total de un individuo medida mediante una escala hedónica (gustar o no gustar).^{8,48,50}

PALATIBILIDAD

La palatabilidad depende de calidades como la suavidad, sabor, olor y color. La suavidad y el sabor se evalúan al estar cocidas. Al comprar la carne el color es la característica más importante en la aceptación en todos los tipos de cortes de carne por parte del consumidor.^{45,46,50}

El consumidor espera que la carne tenga un color atractivo, un color rojo intenso, ya que generalmente el color oscuro de la carne supone una falta de frescura, aunque lo que indica es que la carne procedía de un animal viejo o que se sacrificó bajo estrés.¹³

Las propiedades de textura de la carne cocinada afectan su aspecto y le imparten características sensoriales relacionadas con la adhesividad, masticabilidad, el sobrecocinar la carne le da un aspecto de sequedad y falta de aroma.¹⁰

Por lo que se refiere a la grasa, el color más buscado por el consumidor es el blanco cremoso, una vez cocinada es un factor de gran importancia en cuanto a la apariencia y la palatabilidad de la carne.^{3,6}



SUAVIDAD

Existen diferentes factores que afectan la suavidad de la carne, los antemortem como antecedentes genéticos, aspectos fisiológicos, y alimentación. Los factores postmortem que abarcan el tiempo de almacenamiento, temperatura, adición de agentes suavizantes, y la cocción.^{10,50}

Los principales componentes de la carne de los que depende su suavidad o dureza pueden dividirse en tres grupos principales: tejidos conectivos, fibras musculares y lípidos.^{8,10}

Existen diferencias en la suavidad de la carne entre una raza y otra, la edad de los mismos, la cantidad de grasa dispersa, la cantidad de tejido conjuntivo. Las enzimas proteolíticas que existen en la carne pueden utilizarse en condiciones moderadas para suavizarla o endurecerla. En un proceso normal de envejecimiento la carne de res se almacena refrigerado a temperaturas de 0° a 1°C, en un tiempo aproximado de 10 a 40 días, este proceso enzimático para suavizar la carne puede ser acelerado elevando las temperaturas de almacenamiento.^{8,46}

Para suavizar la carne se usan diversos agentes como: el cloruro de sodio a concentración de 2%, enzimas proteolíticas como lo son la papaína, ficina y bromelina, la inyección de solución acuosa de enzima a 5-10% de concentración antes de la matanza es un método efectivo para que la carne sea blanda.^{10,13}

En músculos con muy poco tejido conjuntivo el factor principal de suavidad son las fibras musculares. El colágeno del tejido conjuntivo que endurece a la carne cruda se reblandece con la cocción, el músculo con grandes cantidades de colágeno se suaviza debido a la gelatinización del mismo a las altas temperaturas.^{8,10,46}

SABOR y AROMA

El sabor y el aroma de la carne son de primordial importancia en la alimentación ya que estimulan el apetito por la secreción de jugos, se desarrolla durante la cocción, y es la propiedad más importante de la misma, su química es sumamente compleja, los componentes de la carne responsables del sabor y del aroma no han sido totalmente identificados.^{10,50}



Pero se cree que el aroma de la carne resulta de la combinación de sustancias sápidas volátiles y no volátiles tales como aminoácidos, péptidos, sales orgánicas, su sabor y aroma se incrementa con la maduración.¹⁰

Se cree que los componentes de la carne responsables del sabor de la carne son componentes hidrosolubles del tejido muscular, el sabor y el aroma se originan en materiales cuya grasa se volatiliza durante el calentamiento, entre ellas figuran alcoholes, aldehídos, detonas y muchas más, por lo que el propio aroma de la carne procede del compuesto graso de cada especie animal.^{3,8,50}

Fisiológicamente la percepción del sabor implica cuatro sensaciones básicas (salado, dulce, ácido, amargo) debido a las terminaciones nerviosas en la superficie de la lengua. El aroma se detecta con numerosos materiales volátiles que estimulan las terminaciones nerviosas de las mucosas en los conductos nasales.^{10,46}

El sabor y el aroma de la carne pueden cambiar en consecuencia de ciertos factores, la duración y las condiciones de almacenamiento, algunos de ellos son deseables y otros se consideran como perjudiciales, uno de ellos son los cambios oxidativos de la grasa (rancidez de la grasa).^{3,10,46}

El aplicar calor también ocasiona suavidad o endurecimiento de la carne dependiendo de la temperatura y el tiempo que se aplicó.¹⁰

COLOR

En la carne fresca el color se debe en su totalidad a la mioglobina, quedando solo rastros de la hemoglobina después de la matanza, recién cortados es de color rojo púrpura y minutos después al exponerse al aire se transforma en rojo brillante por la formación de la oxihemoglobina.^{34,46}

Si la carne de contiene glucógeno antes de la matanza, se torna de color pálido, blando y exudativo (estado PBE), lo mismo sucede con un pH elevado, la carne es oscura, firme y seca (estado OFS) es sana y suave pero no tiene el mismo precio al consumidor. El color de la carne varía en forma gradual de acuerdo al tiempo de cocción y pasa de un aspecto rojo brillante hasta convertirse en gris o café, debido a los fenómenos de la desnaturalización en el tejido muscular.^{6,10,46}

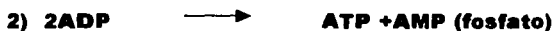


CONVERSION DE MUSCULO A CARNE

Para comprender la transformación del músculo a carne es necesario conocer los sucesos químicos que ocurren en el animal vivo y cuando este es sacrificado. Los cambios son similares en ambos casos, excepto que al ser sacrificado un animal, hay falta de oxígeno, el cual es esencial para ciertas reacciones, su ausencia provoca que los tejidos sean incapaces de sintetizar metabolitos específicos. ^{3,4,5}

La carne difiere en lo que respecta a la química y la estructura natural de los músculos de estos durante la post-mortem, difiere de la forma por la serie de cambios bioquímicos y biofísicos que son iniciados en el músculo después de la muerte de los animales. ^{3,8,10,46}

Las reacciones que entran en juego en la contracción muscular son muy complejas, normalmente el contenido de ATP permanece constante y este se puede formar por 3 caminos: ^{5,10}



Las dos primeras reacciones se realizan inmediatamente, la tercera sólo ocurre cuando el oxígeno en sangre no es suficiente para continuar con el metabolismo aeróbico. ^{4,5,10,46}

Los procesos bioquímicos que se presentan pueden dividirse en dos: ⁵

- La flexibilidad y la elasticidad del músculo permanecen, siendo blanda y elástica (de 1- 20 horas) dependiendo de la reserva de glucógeno y la temperatura.
- La extensibilidad y elasticidad disminuyen a gran velocidad (2-3 horas), hasta llegar a la rigidez.

Esta rigidez no aparece en todo la canal, estos procesos y transformaciones post-mortem dependen de una serie de factores antes de la muerte del animal, destacando los siguientes: ^{10,46,50}



FACTORES POSITIVOS

Los animales bien entrenados y ejercitados tiene reservas altas de glucógeno lo que favorece las propiedades de la carne. ^{32,34}

La alimentación rica en carbohidratos antes de ser sacrificados asegurará reservas de glucógeno con aparición de la carne en mejores condiciones (pH final bajo). ^{32,34,50}

FACTORES ADVERSOS

Las reservas de glucógeno se encuentran bajas, debido a: Agotamiento, Acaloramiento, Animales enfermos, Demasiado tiempo encerrados antes de ser sacrificados, Animales excitados. ^{10,32,45}

CAMBIOS POST-MORTEM

Los cambios químicos que se producen tras la muerte de un animal, que convierten sus músculos en carne son complejos y se mencionan a continuación. En ausencia de ATP la actina y la miosina se unen irreversiblemente produciendo la rigidez (rigor mortis) que surge después de la muerte del animal. ^{3,4,10}

Cuando cesa la circulación de sangre en el animal ya sacrificado se inicia una serie de cambios en el tejido muscular. Los más importantes de estos son mencionados en el diagrama 2. ^{10,46}

La interrupción de la circulación priva al músculo de oxígeno, la respiración celular se paraliza, surge la glicólisis aerobia, cuando se interrumpe el metabolismo normal cesa el aporte de oxígeno que realiza la corriente sanguínea, las reservas de glucógeno (aporte energético del animal) en los músculos se convierte en ácido láctico y el pH desciende desde su valor cuando esta vivo de 7.09-7.2 hasta un valor final entre 5.5- 6.5. ^{4,5,10,45,46}

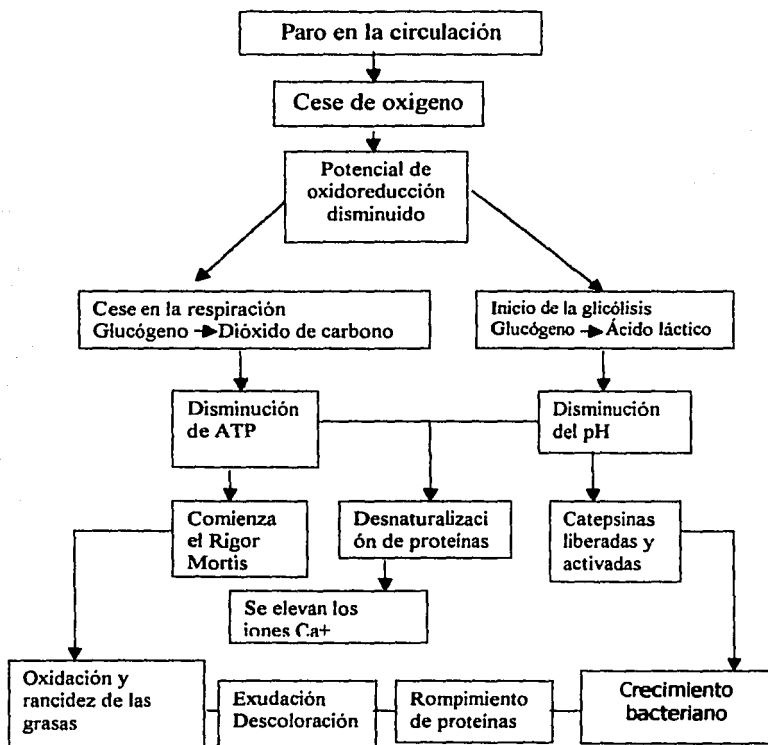
La formación de ácido láctico origina el mencionado descenso en el pH, se inhibe progresivamente la actividad de diversas enzimas como la fosforilasa. En el músculo del animal y a una temperatura ambiente este proceso se lleva a cabo en aproximadamente unas 8 horas. ^{3,34,46}

Al momento de la muerte del animal sano, varios de los tejidos siguen metabolizando bajo un control de tipo local, sin embargo en el



músculo no se activa la contracción a tiempo, la energía se usa para mantener la temperatura de las células pero al paso del tiempo ésta tendencia tiende a suspenderse.^{4,5,10.}

Diagrama 2
Consecuencias generales al cesar la circulación



Fuente: Lawrie R., Meat science 3ª edición Pergamon Press 1998. pag 122



El cambio más importante que se presenta con la muerte es la falta de oxígeno circulante en la sangre que lo suministra a los tejidos, provocando que la enzima citocromo no opere, y que la resíntesis de ATP sea imposible. Al no existir la resíntesis de ATP, los niveles de ATP se agotan, y simultáneamente se produce fosfato inorgánico que participa en el paso de glucógeno a ácido láctico. La disminución del pH es causada por la acumulación de ácido láctico, la desnaturalización de las proteínas es acompañada por la pérdida de agua causando que la proteína miofibrilar pase su punto iso-eléctrico, provocando la exudación. La desnaturalización de proteínas sarcoplásmicas es provocada por el ataque de las proteasas y catepsinas del músculo. ^{3,4,5}

El descenso del pH favorece el rompimiento de las proteínas a péptidos y aminoácidos, y la acumulación de varios metabolitos de procesos glucolíticos, resultando en compuestos que crean medios son ricos para el crecimiento de las bacterias. ^{4,10,46}

Otro aspecto importante cuando se detiene la circulación es el cese de las funciones de la hormona que controla la temperatura en el metabolismo de los tejidos, este cese produce la solidificación de las grasas. ^{10,32}

Si el pH desciende muy rápidamente provoca, como ya se mencionó, la precipitación de la proteína sarcoplásmica, perdiendo la capacidad para retener agua obteniéndose un color más pálido, la carne aparece blanda y húmeda. ^{4,10}

Se puede presentar una situación inversa a la anterior, cuando el pH se mantiene muy próximo al original, la causa es la deficiencia de glucógeno, por lo que se forma poco ácido láctico, provocado quizá por el agotamiento, debido al ayuno prolongado o ejercicio excesivo de los animales antes del sacrificio, lo que resulta en agotamiento de las reservas de glucógeno. Asociado con un pH elevado, los músculos retienen agua y muestran un color rojo intenso, la acidez baja puede ayudar a los microorganismos en su crecimiento. ^{3,10,32}

La intensidad de los fenómenos que acompañan al rigor mortis depende en gran medida del estado nutricional del animal al momento del sacrificio, y de la temperatura a la cual se almacena la carne. ^{4,6,32}

En los animales con hambre o sometidos a estrés la reserva de glucógeno es insuficiente, al ser sacrificado hay un rápido descenso en ATP. El endurecimiento es máximo y disminuye la retención de agua. ^{3,10}



El tiempo de enfriamiento de la carne después del sacrificio de los animales tiene un efecto directo en la calidad de la carne. Si no se enfría rápidamente al animal sacrificado el pH desciende rápidamente, esto puede facilitar la desnaturalización de proteínas musculares provocando una exudación, la textura de la carne puede sufrir alteraciones negativas que afectan su calidad. Por el contrario si la carne se refrigera entre los 0°-1°C antes del rigor mortis o si se congela la rigidez se produce en la descongelación, el endurecimiento del músculo es rápido e intenso. ^{4,10,46}

En la práctica lo que se busca es no enfriar muy rápidamente, es recomendable que el músculo entre en estado de rigidez a una temperatura entre 14-19°C, en este intervalo de temperatura la contracción es mínima y se mantiene la calidad. ^{45,50}

DESAPARICIÓN DEL RIGOR MORTIS

La rigidez de los músculos después de la muerte (rigor mortis) se conoce desde hace cientos de años, pero el fenómeno ha sido estudiado con más interés en las últimas décadas. ^{10,45,50}

El rigor mortis se debe a la formación de enlaces cruzados permanentes entre los filamentos de la actina y la miosina del músculo, misma que se presenta en vida, la diferencia que existe entre el estado vivo y el rigor es que en este la relajación es imposible ya que no se dispone de energía para relajar a los filamentos. ^{45,50}

Para que el músculo tenga relajación se necesita de ATP + Mg ²⁺ los cuales forman un complejo, a medida que descienden se forman los enlaces permanentes de actinmiosina. ^{10,45,46}

Cuando el rigor mortis está presente tienen lugar cambios físicos como pérdida de elasticidad y extensibilidad, acortamiento de las fibras musculares y aumento en la tensión. ^{45,46}

Cuando la carne envejece la dureza se atenúa, la textura se mejora después de la cocción, aumenta la disponibilidad de las proteínas, así como la retención de agua. Este proceso es conocido como maduración, y se encuentra acompañada por diversas reacciones. ^{45,50}



MADURACIÓN

La maduración es el tiempo que pasa para la desaparición completa del rigor mortis de la canal y con esto se hace la carne más blanda. El ablandamiento puede acelerarse al elevar la temperatura, aunque se debe tener cuidado con el posible crecimiento de las bacterias y mohos indeseables.^{45,46,50}

El proceso de maduración se obtiene cuando se cuelga la canal tras el sacrificio, ya que si la carne es cocinada mientras presenta el rigor mortis resultaría dura e inaceptable. Cuando se cuelga la canal tras ser sacrificado el animal, los músculos recuperan gradualmente su extensibilidad y se hacen mucho más tiernos, entonces se dice que se ha resuelto el rigor mortis. A las temperaturas ordinarias los tiempos aproximados que se debe tener la canal colgada para que ésta se ablande son mencionadas en la tabla 12 de blandura donde se puede ver el tiempo aproximado para el inicio del rigor mortis y el tiempo aproximado para el cese del mismo.⁵⁰

Tabla 12
Tabla de blandura

	TIEMPO	
	INICIO del rigor mortis	TÉRMINO del rigor mortis
Vacuno	12-14 hrs	2-6 días
Pavos	1/2-2 hrs	6-24 hrs
Pollos	1/2 1 hrs	4-6 hrs

Fuente: Ranken M., Manual de industria de los alimentos 2a edición
Editorial Acribia Zaragoza España 1988 pag 60

Antes de ser sacrificado cualquier animal, su carne se puede considerar estéril, protegida de la contaminación por la piel que actúa como cubierta, el tracto intestinal sirve como barrera para el paso de las bacterias al resto del animal, pero al ser sacrificados ambos mecanismos son inutilizados y la carne queda expuesta al medio ambiente haciéndola un producto altamente percedero^{3,6,10,11,27,45,46}.

En cuanto el animal muere los tejidos se ven invadidos por diferentes microorganismos que contamine la carne, pudiendo provenir éstos de diversas fuentes:^{11,27}



1. Al posible riesgo de contaminación de la carne, la afecta la condición fisiológica del animal que puede favorecer en crecimiento de microorganismos.
2. La forma en que fue sacrificado y como se desangro.
3. La velocidad de enfriamiento.

El elevado contenido de agua, el alto contenido de productos nitrogenados y minerales convierten a la carne en un medio de cultivo ideal para una infinidad de microorganismos y la forma en que la carne se mantenga favorecerá o controlará su crecimiento.^{11,27,45,46}



MICROORGANISMOS QUE ATACAN A LA CARNE

PARTE 1: MICROBIOLOGÍA

Antes del sacrificio los tejidos comestibles de un animal sano se pueden considerar estériles. Se encuentran protegidos de la contaminación por la piel que funciona como una cubierta casi perfecta. Normalmente cualquier microorganismo que penetrase estas barreras sería destruido rápidamente por las defensas naturales del organismo. Tras el sacrificio, sin embargo, éstos mecanismos quedan bloqueados, y los tejidos expuestos se hacen altamente percederos. La tabla 13 muestra algunos ejemplos de microorganismos patógenos y que causan alteraciones en la carne y productos cárnicos. ^{11,14,27,39}

Tabla 13
Principales microorganismos presentes en la carne

PRODUCTO	MICROORGANISMO AISLADO
CARNE FRESCA	CAUSANTES DE ALTERACION Sapofritos: <i>Acinetobacter</i> , <i>Aeromonas</i> , <i>Alcaligenes</i> , <i>Flavobacterium</i> , <i>Moraxella</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Enterobacteriaceae</i> , <i>Micrococcus</i> , <i>S. Aureus</i> , <i>Streptococcus fecalis</i> , bacterias ácido lácticas, <i>bacillus</i> . PATOGENOS <i>Salmonella</i> , <i>S. Aureus</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Ci perfringens</i> , <i>Ci Botulinium</i> , Bacterias entericas, Coliformes fecales, <i>E. coli</i>
PRODUCTOS CÁRNICOS	CAUSANTES DE ALTERACION <i>Pseudomonas</i> , <i>Acinetobacter</i> , <i>Moraxella</i> , <i>Aeromonas</i> , <i>Micrococcus halotolerantes</i> PATOGENOS <i>Ci perfringens</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Bacillus cereus</i> .

Fuente: Fraizer W., Microbiología de alimentos Editorial Acribia Zaragoza España 1976.pag 272



CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS MICROORGANISMOS

Estas varían de acuerdo a las necesidades de cada bacteria para su desarrollo en las diferentes condiciones de proceso dadas a la carne.¹¹

TEMPERATURA

Los límites de crecimiento de los diferentes grupos de bacterias se dan en la tabla 14

Tabla 14
Clasificación de las bacterias de acuerdo a la temperatura de crecimiento

	MINIMO C	OPTIMO C	MAXIMO C
Termófilos	38-45	55-80	60-90
Mesófilos	5-(10)	30-40	40-50
Psicrótrofos	(5)-5	25-30	30-35
Psicrófilos	(5)-5	(10)-15	15-20

Fuente: Price J. y Schweigert S., *Ciencia de la carne y de los productos cármicos*, 2ª edición Editorial Acribia, Zaragoza España 1994, pag 200

La mayoría de los productos cármicos se mantienen bajo refrigeración, los microorganismos que pueden alterar a la carne bajo estas condiciones son aquellos capaces de sobrevivir a estas bajas temperaturas, aunque su temperatura óptima de crecimiento sea mayor.^{10,11}

El grupo más importante que puede contaminar la carne son los microorganismos psicrótrofos y de estos las *Pseudomonas* son los microorganismos dominantes los cuales crecen abundantemente a 0°C en la superficie de la carne.^{10,14,46}

Los microorganismos psicrófilos son de estudio difícil por presentar un estrecho rango de temperatura de crecimiento y aunque el medio ambiente es propicio no son agentes alterantes. Los microorganismos térmofilos son menos comunes en los productos cármicos, su temperatura de crecimiento es por encima de los 40°C, se pueden dar



en formas esporuladas que alteran a las carnes enlatadas que no han sido enfriadas tras su tratamiento térmico.^{11,27}

La tabla 15 muestra la comparación de cortes de vacuno a granel y de sus correspondientes canales.

Tabla 15
Comparación de cortes de vacuno a granel y de sus correspondientes canales

TIPO DE ANALISIS	CANALES	CORTE A GRANEL
Recuento aeróbico en placa	5 ^b	6 ^b
Enterobacteriáceas	3 ^b	4 ^b
Salmonella	<0 ^b	1 ^b
Escherichia Coli	20 ^c	50 ^c

B: El 95% de muestras no supera el log10 de recuento

C: Porcentaje de positivas /cm²

Fuente: International Comisión on Microbiological Spacificatín for Foods, Ecología microbiana de los alimentos Vol 2 Editorial Acribia 1997 pag 345

La a_w de un alimento es la relación entre la presión de vapor de agua del alimento (P) y la del agua pura (P0) a esa temperatura ($a_w = P/P0$). La a_w óptima para el crecimiento de la mayoría de las bacterias esta entre 0.995-0.990, las velocidades de crecimiento desciende por debajo de este rango. En la tabla 16 se muestran ejemplos de la relación que hay entre la actividad de agua y la concentración de salmuera.^{10,11,27}

La actividad de agua de la carne fresca es de 0.99 y está cerca del óptimo para la mayoría de las bacterias, esto está restringido a su superficie y a la desecación que se produce en ella, limitando su crecimiento.^{10,11}

La alteración bacteriana ordinaria se puede prevenir bajando la actividad de agua a valores de 0.85, conforme se va desecando se produce una restricción de las especies que pueden crecer.^{3,10}



Tabla 16
Relación entre actividad de agua y la concentración de salmuera
 CONCENTRACIÓN DE NaCl

Aw	MOLALIDAD	%(P/V)
0.995	0.15	0.9
0.99	0.3	1.7
0.98	0.61	3.5
0.96	1.2	7
0.94	1.77	10
0.923	2.31	13
0.9	2.83	16
0.88	3.33	19
0.86	3.81	22

Fuente: Price J. y Schweigert S., Ciencia de la carne y de los productos cárnicos 2ª edición Editorial Acribia, Zaragoza España 1994. pag 202

ALTERACIÓN

Se puede considerar como alterada en el momento en que la carne no resulta apta para ser consumida, la alteración se puede definir como: ^{27,30}

" Todo alimento que muestra un deterioro o descomposición ".

La carne se halla sujeta a las alteraciones producidas por sus propias enzimas y las ocasionadas por la actividad bacteriana, la grasa puede oxidarse químicamente. ^{8,11,34}

La alteración se debe a una de las siguientes causas: ^{11,34}

- 1.- Crecimiento y actividad microbiana
- 2.- Insectos
- 3.- Acción de enzimas
- 4.- Cambios físicos por quemaduras, desecación, congelación etc.

En la tabla 17 se muestra el número de microorganismos existente al aparecer la mucosidad y aroma desagradable.



Tabla 17
Número de m.o. existentes al aparecer mucosidad y aroma desagradable

ALIMENTO	NUMERO	
	Aroma desagradable	Mucosidad
Carne de ave	2.5-100 X 10 ⁶ /cm ²	10-60 X 10 ⁶ /cm ²
Carne de vaca	1.2-100 X 10 ⁶ /cm ²	3-300 X 10 ⁶ /cm ²
Salchichas Frankfurt	100-130 X 10 ⁶ /cm ²	130 X 10 ⁶ /cm ²
Carnes curadas		10-100 X 10 ⁶ /cm ²
Tocino		1.5-100 X 10 ⁶ /cm ²

Fuente: Fraizer W., Microbiología de alimentos Editorial Acribia Zaragoza España 1976
Pág. 290

CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A LA FACILIDAD DE ALTERACIÓN

De acuerdo a la susceptibilidad del alimento es la alteración a que están sujetos, estos pueden ser clasificados en forma general en tres grandes grupos: ^{11,30,34}

- Alimentos no alterables, como los cereales
- Alimentos semialterables como las frutas y vegetales
- Alimentos alterables como lácteos, y por supuesto las carnes.

El tipo de alteración microbiana depende del tipo de microorganismo que se encuentre presente. ^{27,30,40}

La mayoría de los alimentos contiene una gran variedad de bacterias, levaduras y mohos, debido a las condiciones ambientales, el tipo de microorganismo que se encuentre presente, la contaminación que puede tener en el trayecto del procesado o almacenamiento, y los tratamiento que estos reciban. ^{30,34,40}

Por su composición, la carne se convierte en un medio de cultivo ideal para una infinidad de microorganismos, cuando se encuentra cruda se encuentra sujeta a las alteraciones que provocan sus enzimas, y las ocasionadas por los microorganismos que la puedan contaminar. ^{20,30,45}

Como se mencionó antes, los microorganismos que se encuentran en la carne proceden en su mayoría del exterior y por transmisión del tubo digestivo, pero a ellos además hay que añadir algunos otros como los utensilios para su despiece, los de transporte y equipo en general que se utiliza. ^{8,10,11,20,34,40}



Los tipos más comunes de alteración se pueden clasificar de acuerdo a las condiciones aerobias o anaerobias.^{34,46}

En la tabla 18 se mencionan las principales alteraciones aerobias y anaerobias, así como los microorganismos causantes de estas.

Tabla 18
Alteraciones sufridas en la carne

	Alteración	Bacteria
Condiciones aerobias	Mucosidad superficial	<i>Pseudomona</i> <i>Achromobacter</i> <i>Leuconostoc</i> <i>Bacillus</i>
	Modificación del color por los compuestos oxidantes de color verde.	Especies lipolíticas <i>Pseudomonas</i> <i>Achromobacter</i>
	Fosforescencia Colores: Rojos, Azules, Amarillos	Bacterias fosforecentes <i>Serratia marcescens</i> <i>Pseudomona synilacea</i> <i>Micrococcus</i> y <i>Flavobacterium</i>
Condiciones anaerobias	Agriado	Proteolisis sin putrefacción Facultativos como <i>Clostridium</i> o bacterias coliformes
	Putrefacción	<i>Clostridium</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Achromobacter</i> , <i>Proteus</i>

Las levaduras son capaces de desarrollarse en condiciones aerobias en la superficie de las carnes, produciendo una película viscosa, lipólisis, olores y sabores extraños, coloraciones anormales por los pigmentos de estas.^{11,46}



PARTE 2: PARASITOLOGÍA

La infección por parásitos al hombre puede ser de varias maneras, siendo de interés aquellos que se encuentran en las porciones comestibles de la vaca, el cerdo, el cordero. ^{10,46}

Los parásitos más comunes son los protozoos, nemátodos y céstodos, estos requieren de dos hospedadores para completar su ciclo sexual. En el hospedador definitivo se logra la madurez sexual, y en el hospedador intermediario (HI) se forma la larva o se reproduce asexualmente por partenogénesis. En el hospedador definitivo (HD) se logra la madurez sexual del parásito, y en el hospedador intermediario se forma la larva o se reproduce asexualmente o por partenogénesis. ^{15,35,46}

Todos los parásitos dependen del ciclo depredador-presa como medio de transmisión de un hospedador a otro. ^{15,35}

Los parásitos de particular interés son aquellos encontrados en porciones comestibles de vacunos, cerdos, corderos y la relación con las enfermedades parasitarias que causan, se presentan los parásitos más comunes: ^{35,46}

PROTOZOOS

Sarcocistosis, su ciclo biológico es de dos hospedadores, el HD (hombre, perro, gato), el HI (animales de abasto) ingieren los quistes. ³⁶

Toxoplasmosis, el HD (gatos), el HI puede ser cualquier animal con temperatura corporal estable. ^{15,35}

HELMITOS

Triquinelosis, es un pequeño nemátodo que completa su ciclo en un solo hospedador (suidos y hombre), solo él hombre presenta consecuencias clínicas que se presentan en la tabla 21, el resto de los animales que sirven como receptores son portadores asintomáticos. ³⁵

Teniasis cisticercosis, el HD es el hombre, elimina los huevos con las heces que contaminan los pastos, los cerdos o las vacas lo ingieren y en el tracto digestivo se desarrolla, pasando hasta el músculo esquelético. ^{15,35}



INTOXICACIONES ALIMENTARIAS DEBIDO A LA INGESTIÓN DE CARNES CONTAMINADAS

a) BACTERIAS

La carne en particular, puede ser transmisora de agentes infecciosos o toxinas, en forma general afecta a un grupo de personas que consumen en algún establecimiento o bien a una familia, estas enfermedades pueden pasar desapercibidas si solo afecta a un pequeño grupo, para la determinación de una intoxicación alimentaria se requiere de investigaciones epidemiológicas, el diagnóstico suele ser difícil debido a parásitos, virus, bacterias, sustancias químicas, intolerancia hacia ciertos alimentos o bebidas. ^{11,35,46}

En la mayoría de los casos no se dispone con la cantidad suficiente de las sobras de la comida para llevar un análisis adecuado. ^{15,35}

En México la ingestión de alimentos con una deficiente calidad sanitaria provoca una tasa elevada de morbilidad, entre los más comunes se encuentra la *Salmonella*, *Streptococcus Fecalis* que al ingerir alimentos en la calle, siendo típicos en México y gran parte de Latinoamérica. ^{35,55}

En la tabla 19 se muestra que en México la morbilidad por enfermedades infecciosas intestinales que comprenden los alimentos contaminados con algún tipo de bacteria o parásito se presenta de la siguiente forma: ^{35,55}

Tabla 19
Enfermedades infecciosas intestinales

Enfermedades infecciosas intestinales		
México	Defunciones	Tasa
	10.060	11.2

Fuente: Martínez Correa, Silvia, Aspectos Básicos de nutrición 2ª edición
Editorial Limusa, Grupo Noriega Editores México 1999 Pág. 25

En la tabla 20 se muestran las características principales de las bacterias que afectan al hombre al ser ingeridos por medio de la carne.



Tabla 20
Condiciones generales de crecimiento de las bacterias implicadas en intoxicaciones alimentarias

BACTERIA	TEMPERATURA DE CRECIMIENTO			Concentración		
	Mínim a °C	Máxim a °C	Optima °C	pH Mínimo que permite el crecimiento	de sal máxima que permite el crecimiento	aw min. Que permite el crecimiento.
<i>Salmonella</i>	6.5	45	37	4.1	10	0.93
<i>Clostridium perfringens</i>	10	50	43	5	5	0.95
<i>Clostridium botulinium</i>						
TIPOS A Y B	10	48	35	4.7	9	0.94
TIPO E	3.3	45	30	4.8 (+O ₂)	5	0.97
<i>S. aureus</i>	7	47	35	5.5 (-O ₂)	17	0.86

Fuente: Price J. y Schweigert S., Ciencia de la carne y de los productos cárnicos 2ª edición Editorial Acribia, Zaragoza España 1994. Pág. 226

b) PARÁSITOS

Las condiciones sociales, económicas y culturales están intrínsecamente vinculadas al problema de parasitosis, la falta de control sanitario sobre la carne que se consume, la falta de higiene personal, el consumo de alimentos sin lavar y la exposición de estos al medio ambiente dispersan los huevos de los parásitos para subsecuentemente ser ingeridos de alguna forma por el humano.^{10,15,35,46}

La parasitosis es un problema de salud pública que prevalece tanto en las áreas urbanas como en las rurales, donde la práctica tradicional en la crianza de sus propios animales de consumo en malas condiciones sanitarias e higiénicas, y la pobreza lo lleva a tener una de las tasas más altas de morbilidad por este hecho, además de causar discapacidad física debido alguna de las secuelas de la parasitosis.^{15,35,55}

En ambos casos, debido a la forma en que las bacterias y los parásitos se alojan en la carne cada uno de acuerdo a su ciclo vital la



carne sirve como vehículo intermediario para la transmisión de diversas enfermedades infecciosas que se producen por causa de bacterias o parásitos, en la tabla 21 se muestran las características principales de las enfermedades infecciosas más conocidas en las intoxicaciones alimentarias.^{15,46,55}

Tabla 21
Características de algunas intoxicaciones e infecciones alimentarias comunes

ENFERMEDAD	AGENTE ETIOLÓGICO	SINTOMAS	TIEMPO DE APARICION	ALIMENTOS IMPLICADOS	PREVENCIÓN
Producida por una bacteria					
Botulismo	<i>Clostridium Botulinium</i>	Disfalgia y dificultades para hablar, respirar, coordinar Desvanecimiento y doble visión	12-48 hrs.	Enlatados de Baja acidez, Como carne	Procesado bien realizado, cocción
Intoxicación Estafilococcica	<i>S.Aureus</i>	Nauseas, vómito, Grastroenteritis	3-6 hrs.	Jamón, lengua y pollo cocidos	Refrigeración e higiene adecuados
Intoxicación por Cl. Perfringens	<i>Clostridium Perfringens</i>	Nauseas, vómito, dolor abdominal	8-12 hrs.	Carne cocida que se mantuvo a temp. Las de la Refrigeración	Refrigerar en forma adecuada
Salmonelosis	<i>Salmonella</i>	Nauseas, vómito, diarrea, fiebre, dolor abdominal	6-24 hrs.	Carne reca - Lentada con Bastante tiempo de refrigeración	Limpieza e higiene de Operarios y equipo refrigeración adecuada
Triquinosis	<i>Trichinella Spiralis</i>	Nauseas, vómito, diarrea, sudoración, fiebre y dolor muscular	2-28 días	Carne de Cerdo	Tratamiento Térmico



ENFERMEDAD	AGENTE ETIOLOGICO	SINTOMAS	TIEMPO DE APARICION	ALIMENTOS IMPLICADOS	PREVENCION
Producido por Parásitos					
	<i>Sarcocistosis</i>	Dolor abdominal Nauseas, vómito, Diarrea, anorexias	---	Carne de cerdo o vacuno que contiene quistes en la musculatura	Tratamiento térmico
	<i>Toxoplasmosis</i>	Asinomática	---	Quistes en la Musculatura de Cerdo, cordero y vacuno	Tratamiento térmico
	<i>Triquinosis</i>	Náuseas, vómito, Diarrea, anorexias un efecto trombógeno a causa de larvas en el torrente sanguíneo, fiebre, dolores, taquicardia, alteraciones oculares por los quistes	---		Tratamiento térmico Congelación, Preprocesado
	<i>Teniasis y Cisticercosis</i>	Diarrea, dolor entérico Adelgazamiento	---	Carne infestada	Tratamiento térmico

En la tabla 22 se pueden observar los principales riesgos sanitarios que pueden presentarse en la carne y los productos cárnicos, en ella se puede ver claramente el efecto que tienen los diferentes productos y cuales son los que pueden verse involucrados de alguna manera, ya sea para aumentar el riesgo del que estamos haciendo mención, ó para disminuir este riesgo al ser consumidos.



Tabla 22
Riesgos sanitarios de la carne y productos cárnicos

TIPO DE RIESGO	ES MENOR	NO CAMBIA	AUMENTA
Sin riesgo sanitario directo	Embutido crudo (aw=0.88), carne desecada, carnes curadas en piezas grandes, jamón cocido, carne en canal, ensalada de carne (pH=4.5)	Embutido crudo, jamón cocido, carne picada, carne en canal, carne congelada	Jamón cocido, embutido crudo, embutido cocido,
Bajo riesgo sanitario indirecto	Ensaladas de carne (pH=4.5), carne en canal, cortes de la canal	Carne picada, salchicha tipo Frankfurt, embutido cocido	Carne picada, cortes de carne
Moderado, riesgo directo limitado	Embutido se sangre, embutido crudo, carnes listas para consumir	Paté de hígado, embutido cocido, jamón cocido	Pasta de hamburguesas, carnes crudas, ensaladas de carne (pH>5), productos semielaborados.
Moderado, riesgo directo con amplio potencial	Carne picada, cortes a granel, despojos	Carne picada	Pastas de hamburguesas, carnes crudas, ensaladas, carnes enlatadas con fugas
Riesgo grave directo		Embutidos crudos	Carnes enlatadas con fugas, o subtratamientos.



CONSERVACIÓN

La eliminación de microorganismos de productos perecederos o impedir su reproducción que conduce al mismo fin, es el objetivo de la conservación de los alimentos. Este objetivo se puede alcanzar de diversas formas, a través de la reducción de agua presente, ya sea por desecación o por reducción de actividad de agua. ^{4,8,45}

MÉTODOS DE DESTRUCCIÓN DE LAS BACTERIAS DE LA CARNE

Las bacterias se consideran muertas cuando son incapaces de reproducirse, la habilidad de multiplicarse depende de las condiciones del medio ambiente, cuando algunas de estas varían se provoca un daño en la bacteria. ^{8,40,46}

Este daño puede provenir de una multitud de procesos tales como la refrigeración, la congelación, tratamiento térmico, la deshidratación, agentes químicos, ó la irradiación. El número de supervivientes en un producto depende en parte de su naturaleza y las condiciones del medio, el daño causado a las bacterias se puede manifestar de diversos modos. ^{4,34,63}

Los bacteriólogos usan el término de latencia para referirse al hecho de que existe un periodo de tiempo desde que las esporas bacterianas superan el tratamiento hasta el momento que germinan y crecen, a veces pueden pasar semanas o meses. ^{4,10,34}

La aplicación de calor es el método más usado para destruir los microorganismos patógenos y alterantes de la carne. Es muy importante el saber los tiempos de tratamiento para asegurar la calidad higiénica y sanitaria además de ofrecer un producto con propiedades sensoriales y nutritivas de los productos cárnicos más favorables. Las bacterias mueren en general después de aplicarse un tratamiento térmico en una reacción de primer orden. ^{8,40,63}

Se ha demostrado que el cloruro de sodio y los nitritos de las sales curantes añadidos a las carnes enlatadas inhiben el crecimiento de las esporas. ^{4,8,45}



El uso de las radiaciones ionizantes es muy similar al tratamiento térmico. Más adelante se da una explicación sobre como funciona la irradiación en la carne y productos cárnicos. ^{8,46}

Hay muchas sustancias químicas que son letales para las bacterias, pero pocas se usan directamente en los alimentos, algunas de la más usadas son las que tienen cloro como agente activo. ^{40,45,63}

CAMBIOS MICROBIOLÓGICOS

La carne fresca empieza a sufrir modificaciones desde el momento en que se sacrifica a un animal, desde que el animal es sangrado sus mecanismos de defensa desaparecen. Los tejidos dejan de respirar debido a la deficiencia de oxígeno y toda la reserva de glucógeno se metaboliza por vías fermentativas que resultan en la acumulación de ácido láctico, con el consecuente descenso del pH. El extender este descenso influirá en la naturaleza de microorganismos alterantes que se desarrollaran en toda la superficie del animal. ^{10,45,46}

CARNES FRESCAS: La carne puede ser contaminada por una amplia variedad de especies bacterianas, el grado de contaminación inicial está influenciado por el grado de higiene en las prácticas de sacrificio. ^{10,11,45,46,50}

Al colocar los canales en una cámara a 0°C, el medio ambiente es selectivo y favorece el crecimiento de los microorganismos Psicrótrofos. Los que más predominan son: ^{10,46,46}

Pseudomonas, *Moraxellas*, *Acinetobacter*, que provienen comúnmente de la suciedad, son microorganismos Gram negativos altamente móviles por su flagelo polar, aeróbicos estrictos y capaces de crecer a temperaturas cercanas a los 0°C. Son muy sensibles al calor y a la radiación con excepción de algunas cepas de *Moraxella*, requieren para su crecimiento de una alta actividad de agua, por lo que una superficie de canal seca inhibe por completo su crecimiento. Los microorganismos Psicrótrofos son microorganismos saprófilos y no se relacionan con ninguna infección o toxoinfección alimentaria. Las cepas de *Pseudomonas* son las que predominan si la carne es refrigerada por un tiempo prolongado producen un pigmento fluorescente y también olores desagradables por la degradación de aminoácidos. ^{10,46,46}



Los géneros de *Moraxella* y *Acinetobacter* crecen en las superficies de las carnes, aves y pescados, *Moraxella* es oxidasa (+), *Acinetobacter* es oxidasa (-). ^{10,11,45}

Además de los anteriores, otros microorganismos pueden crecer sobre la superficie de la carne fresca, géneros como *Lactobacillus*, *Micrococcus*, *Aeromonas* y algunos *Enterobacteriaceae*. ^{10,45,46}

La multiplicación de bacterias psicrótrofas en la superficie de la carne en canal es retardada o inhibida si la carne es colgada en las cámaras de refrigeración con humedades relativas bajas que permitan la desecación superficial. Con una atmósfera de 80% de humedad con un recirculación de aire, se forma una costra en la superficie por la evaporación del agua. En tal caso el crecimiento bacteriano queda imposibilitado, pero si se mantiene suficiente tiempo con la humedad baja se pueden asentar hongos y levaduras (*Geotrichum*, *Thamnidium*, *Cladosporium*). ^{10,46}

Cuando la canal no se enfría rápidamente tras el sacrificio se puede desarrollar una alteración conocida como hueso hediondo. El microorganismo responsable es uno similar a *Clostridium putrefaciens*, es una especie anaerobia psicrótrofa, su modo de entrada se encuentra en el sangrado del animal. ^{45,50}

Cuando la carne se prepara para la venta al detalle, se presentan nuevas superficies debido a los cortes que las exponen a las bacterias aerobias psicrófilas. El envasado con películas permeables al oxígeno para conservar su frescura y mantener la superficie húmeda ofrece un medio ideal para el crecimiento. Si se mantiene en refrigeración largo tiempo la carne se altera en la superficie se presenta un limo viscoso, decoloración y un olor desagradable. ^{11,45,46}

Cuando la carne fresca es destinada al detalle se envuelve en películas impermeables al oxígeno o son envasadas al vacío, se inhibe el crecimiento en este medio de microorganismos como las *Pseudomonas*, *Moraxellas*, *Acinetobacter*. Los microorganismos que podrían crecer bajo estas condiciones serían las bacterias ácido lácticas como *Brochothrix theosphacia* y posiblemente microorganismos psicrótrofos de la familia *Enterobacteriaceae*. ^{11,27,45}

Los microorganismos alterantes en carnes frescas envasadas en ambientes anaerobios no producen olores desagradables como los aerobios. ^{11,34,45,46}



El desmenuzamiento de carne para preparar carne picada, masas de embutir, hamburguesas, proporciona una mayor superficie de contacto, haciendo este tipo de carne más susceptible de contaminación.^{11,27,46}

MÉTODOS DE CONSERVACIÓN

Para prolongar la vida de anaquel de la carne y productos cárnicos, su palatabilidad, se emplean diversas técnicas de conservación dependiendo del tipo de producto final deseado, el método más corriente es el uso de la refrigeración, las bajas temperaturas retardan el crecimiento microbiano, las reacciones químicas y enzimáticas que causan la alteración.^{4,8,40,45,46}

La carne se conserva también mediante congelación, tratamiento térmico, deshidratación, y por irradiación.^{45,46}

Al estar la carne en refrigeración se crea un medio selectivo, que solo permite el crecimiento de microorganismos que son capaces de soportar temperaturas cercanas al punto de congelación para su desarrollo. El envasado al vacío con membranas impermeables es otra buena opción con el crecimiento de un menor número de microorganismos. El curado, el ahumado, el cocinado, el escabechado, la fermentación son algunos de los métodos que se emplean para controlar el crecimiento de los microorganismos en la carne.^{10,11,27,40,45,48,50}

ALMACENAMIENTO POR REFRIGERACIÓN

Una vez que se completo la matanza del animal, el canal tiene una temperatura que va desde los 30-39°C, este calor debe eliminarse hasta reducirlo a 5°C o menos lo más rápidamente posible.^{32,45,46,50}

Es importante que el calor sea eliminado si el producto no va a ser consumido de inmediato, algunas de las complicaciones que pueden presentarse si este enfriamiento es demasiado rápido es acortamiento por frío, y en casos extremos causa el endurecimiento de la carne al ser cocinada, o en el caso contrario en el que la carne no es llevada rápidamente a refrigeración con lo que se afectan las condiciones microbiológicas de la carne.^{10,45,46}



Los factores que más influencia tienen sobre la velocidad de enfriamiento son el calor específico del canal, el tamaño, la cantidad de grasa externa y la temperatura de refrigeración. ^{10,45,46}

La inmersión en agua helada es el método de enfriamiento usado en el caso de las aves, es relativamente rápido. ^{10,45,46,50}

El almacenamiento por refrigeración se limita a periodos cortos de tiempo, ya que los cambios que alteran la carne se aceleran con el tiempo, los principales factores que determinan su vida útil son: (1) la carga microbiana que presentaba la carne, (2) la temperatura y humedad en el almacenamiento, (3) tipo y especie de envolturas, (4) y el tipo de producto que se almacena. ^{46,50}

El tiempo que el consumidor puede tener en refrigeración la carne dependen del manejo previo, sin embargo las condiciones ideales de consumo son los cuatro días siguientes de la compra, si no se consume en este periodo la carne debe congelarse. ^{45,46,50}

En la industria puede lograrse un control efectivo a temperaturas que varían desde el punto de congelación hasta 4°C, es importante que la humedad relativa sea alta y la velocidad del flujo de aire sea mínima con un control adecuado de humedad relativa y temperatura se retarda el crecimiento de microorganismos, acción enzimática y la oxidación de la grasa. ^{45,50}

En los cortes frescos el color rojo brillante permanece hasta 2 ó 3 días envuelta en celofán, con bolsas de PVC puede alcanzar vidas de anaquel de hasta 4 ó 5 semanas. ⁴⁵

Mediante una refrigeración rápida puede aparecer en la musculatura del ganado un acortamiento por frío. ⁵⁰

Sistemas de refrigeración

La refrigeración se realizaba en recintos fríos y bien ventilados, se utilizo hielo provocando alteraciones de color por lo que se limito, hoy en día se utilizan las cámaras frigoríficas, que obedecen a dos técnicas diferentes los frigoríficos de compresión y el método de absorción.

Refrigeración en reposo: sin movimiento de aire o escaso movimiento de este, no es adecuada ya que el calor se sustrae muy lentamente provocando elevadas mermas, en las grandes cámaras de refrigeración el aire circula a 0.1m/seg. ^{10,45,46}



Refrigeración rápida: Es el sustraer el calor de las canales mediante una circulación de aire a una elevada humedad relativa y con temperaturas de -1 a 1°C . Se ocupan túneles de enfriamiento de sección transversal en donde el aire sale a razón de 5m/seg , donde las canales más alejadas deben recibir el aire a una velocidad de 2m/seg .^{10,45,46}

Enfriamiento por choque: La refrigeración de la carne con temperaturas bajas (-10°C) con aire en movimiento ($1-2\text{ m/seg}$), también puede considerarse como de choque la que utiliza nieve carbónica (dióxido de carbono sólido), el nitrógeno líquido.^{10,45,46}

METODOS DE REFRIGERACIÓN

Monofásica: La cámara frigorífica se mantiene a una temperatura constante durante todo el enfriamiento, hasta que se alcance la temperatura en todas las piezas, al igual que la circulación de aire.⁴⁵

Polifásica: Es un perfeccionamiento de la de choque, se mantiene constante por un periodo de tiempo para después elevarse. La primera fase se mantiene entre -20 y -5°C con una velocidad de aire de $1-2\text{ m/seg}$, en la segunda fase entre -4 y 0°C , puede hacerse en túneles de refrigeración, con este método se acelera el enfriamiento de la carne.⁴⁵

En la tabla 23 se muestra la refrigeración de diferentes especies animales y el tiempo de conservación en refrigeración.⁴⁵

Tabla 23
Refrigeración de diferentes especies

Especie	Capacidad de conservación	
Bovino	Media canal	3-4 semanas
Temera	Canal entera	1-3 semanas
Cordero	Canal entera	1-2 semanas
Cerdo	Media canal	10-14 días
Visceras		3 días

Fuente: Prändl Oskar, Fischer Albert, Schmidhofer Thomas, Tecnología e higiene de la carne, Editorial Acribla, Zaragoza España, 1994, Pág. 234



ALMACENAMIENTO POR CONGELACIÓN

Es un excelente método de conservación de la carne y los productos cármicos, provoca menos cambios perjudiciales en las propiedades que ningún otro método, además se conservan la mayor parte del valor nutrimental de la carne.^{45,46}

Para mantener la calidad de la carne que va a ser congelada, ésta se debe manipular de manera similar a la utilizada para ser refrigerada, y la calidad se ve más influenciada por la velocidad de congelación, debido a la duración del periodo de congelación, las condiciones de almacenamiento, material de empaque utilizado, condiciones de descongelación, velocidad de congelación, manipulación antes de ser congelado.^{45,50}

Entre los cambios adversos que pueden ocurrir durante el almacenamiento bajo congelación son: la aparición de rancidez y decoloración debida a la deshidratación superficial y actividad microbiana, en cuanto al valor nutrimental se pierden nutrimentos hidrosolubles por la exudación o goteo sin que se provoquen cambios importantes en la palatabilidad.^{45,46,50}

Al descongelarse el producto restaura sus propiedades físicas con rapidez para su cocción sin presentar cambios en su palatabilidad, las mejores temperaturas de almacenamiento son de -13 a -29°C retarda la oxidación de grasas, y la causa del sabor rancio.^{45,46}

Las temperaturas óptimas de almacenamiento van desde -15 a -40°C , y más bajas, prolongando en estas condiciones la vida de anaquel, la acción enzimática se retarda y el crecimiento bacteriano se inhibe.^{46,50}

Los productos para congelación deben de envolverse de forma adecuada, el envase debe proteger al producto durante la congelación, almacenamiento y la distribución, evitando la desecación. Las envolturas o bolsas de polietileno, las bandejas de poliestireno son las que más se utilizan en el caso de la carne y los productos cármicos.^{10,45,46}

El tiempo que la carne puede almacenarse en estado congelado con una calidad aceptable depende de la naturaleza de la grasa que contenga, la carne de aves y de cerdo contiene grasas más insaturadas que la de los bovinos y caprinos, son por esto más susceptibles a los cambios de oxidación, incluyendo la aparición de olores rancios, el



tiempo de almacenamiento recomendado para la carne de cerdo y de aves es menor que la de bovinos y caprinos, en la tabla 24 se muestran algunos ejemplos del tiempo de almacenamiento a diversas temperaturas, para ciertos tipos de carne.^{45,46,50}

Si la carne de vacuno se enfría rápidamente después del sacrificio los músculos pueden experimentar una contracción o "acortamiento" por acción del frío, esto es posible mecánicamente pues las reservas de energía aún existen para su empleo, cuando la carne se enfría lentamente estas reservas se van consumiendo. 10,32,45

Tabla 24
Tiempo máximo de almacenamiento de diversos tipos de carne a distintas temperaturas

PRODUCTO	(- 12°C)	(-18°C)	(-24°C)	(-30°C)
	MESES			
Vaca	4	6	12	12
Oveja	3	6	12	12
Ternera	3	4	8	10
Cerdo	2	4	6	8
Despojos	2	3	4	4
Aves	4	8	10	10
Vaca y oveja pi - cadas	3	6	8	8
Embutidos con especias	0.5	2	3	4

Fuente: Forrest John., Fundamentos de la ciencia de la carne 1a edición en español Editorial Acribla Zaragoza España 1983 pagina 361

Las velocidades de congelación afectan las propiedades físicas y químicas de la carne, en forma general se describe a la congelación como "rápida" o "lenta", estas velocidades están influidas por la proporción de grasa del producto debido a la capacidad térmica de estos tejidos.^{45,46}



Las consecuencias perjudiciales físicas y químicas durante el proceso de congelación están relacionadas con alguno de los siguientes factores: ⁴⁵

- Localización de los cristales de hielo que se forman en el interior de los tejidos musculares
- Daño mecánico de las estructuras celulares a consecuencia de los cambios en el volumen.
- Acción química causada por la concentración de solutos, como azúcar y sales.

CONGELACIÓN LENTA

En este tipo de congelación el agua extracelular se congela más rápidamente que la intracelular por la menor concentración de solutos, la congelación lenta favorece también la formación de cristales de hielo puro, por lo que origina alteraciones químicas como la insolubilización de las proteínas y la disminución de la elasticidad del tejido muscular. ^{45,46}

Durante la congelación lenta el largo período de cristalización antes de ser congelada por completo origina grandes masas de cristales de hielo que se pierden fácilmente por medio de goteo durante la descongelación, el daño mecánico a consecuencia de los cambios en volumen como el encogimiento de las fibras musculares, presentado un aspecto distorsionado del músculo. ^{10,32,45}

CONGELACIÓN RÁPIDA

Durante la congelación criogénica rápida se forman pequeños cristales que tienen un aspecto filamentosos que se forman tanto intra- como extracelularmente a la misma velocidad. ^{45,46}

Las pérdidas por goteo durante la descongelación son mucho menores que en el caso de la congelación lenta, el acortamiento y distorsión de la fibra muscular se minimiza. Los cambios de volumen son menores y los periodos de cristalización son más rápidos, la formación de estos cristales de aspecto filamentoso engloban solutos y minimizan el efecto de la congelación. ^{45,50}

La congelación rápida de la carne causa menos efectos perjudiciales que la lenta, además de tener un color más claro debido a la reflexión de la luz sobre estos pequeños cristales. ⁴⁵



MÉTODOS DE CONGELACIÓN

Para congelar los productos cárnicos se emplean diversos métodos, la velocidad con que se congela la carne varía con el método utilizado, se describen los detalles más importantes de cada uno de los métodos aplicados a la congelación de la carne y los productos cárnicos.^{34,45,46,50}

• CONGELACIÓN EN AIRE CON ESTANTE

En este método de congelación el aire está quieto o en estante, el método depende completamente de la convección y el aire es el medio de transferencia de calor, la carne se congela muy lentamente, las temperaturas empleadas oscilan entre -10 y -30°C .⁴⁵

• CONGELACIÓN EN CORRIENTES DE AIRE

Es el método más empleado para congelar los productos en salas o túneles con ventiladores que proporcionan aire que se mueve rápidamente, el aire es el medio de transferencia de calor, la velocidad con que se transfiere el calor es superior a los dos anteriores. En la industria se utilizan velocidades que varían de 30 a 1.070 m/min a temperaturas de -10 a -40°C .⁴⁵ Para hacer más eficaz y rápida la congelación los productos deben estar separados y colocados en estantes, para los túneles son colocados en cintas móviles o transporte similar que atraviese el túnel.⁴⁵

• CONGELADOR DE PLACAS

En este método el calor se transfiere mediante el metal, se encuentra sobre bandejas de metal o estantes metálicos, su temperatura varía entre los -10 y los -30°C , en este caso la velocidad de congelación es un poco más rápida que con estante, aunque se puede acelerar circulando aire frío por el producto.⁴⁵

• INMERSIÓN EN LÍQUIDOS Y ASPERSIÓN DE LÍQUIDOS

Este es utilizado para congelar las aves, se emplean temperaturas más altas que las de corriente de aire, los productos se colocan en bolsas de plástico en estantes que se sumergen en el líquido de congelación, o se atraviesa por un armario de congelación cerrado al cual se le rocía líquido frío, que a su vez es eliminado con agua. En forma común estos líquidos de congelación son, salmueras de cloruro sódico, glicerina y glicoles.⁴⁵



• CONGELACIÓN CRIOGÉNICA

Se puede utilizar alguno de los tres sistemas empleados: inmersión directa, aspersión de líquido o circulación de vapor criogénico sobre el producto. ⁴⁵

El agente criogénico más común es el nitrógeno líquido o gaseoso, debido a las excelentes propiedades de los productos congelados es de gran aceptación. ⁴⁵

DESCONGELACIÓN Y RECONGELACIÓN

La descongelación causa más daño a la carne que la congelación, debido a varios factores que causan efectos perjudiciales durante la descongelación. ^{10,45,46,50}

Primero: ocurre más lentamente que la congelación

Segundo: durante la descongelación la temperatura se eleva rápidamente hasta el punto de congelación, permaneciendo así todo el proceso de descongelación.

La descongelación crea mayores oportunidades de formación de cristales de hielo nuevos y grandes, un mayor crecimiento microbiano y más cambios químicos. ^{45,50}

Los productos cármicos pueden descongelarse por alguna de las siguientes formas: ^{45,50}

1. En aire frío
2. En aire caliente
3. En agua
4. Durante el cocinado

El tiempo necesario para descongelar un producto cármico depende de una serie de factores siendo los más importantes: (1) la temperatura del producto, (2) capacidad térmica del producto, (3) el tamaño del producto, (4) el medio de descongelación, (5) temperatura del medio de descongelación, (6) si existe circulación o no. ⁴⁵

El procedimiento recomendado es descongelar a temperaturas de refrigeración, por lo que puede necesitar varios días, el agua es mejor medio para la transferencia calor que el aire por lo que la descongelación es más rápida, aunque el aire permite un menor crecimiento microbiano, la descongelación mediante microondas o calentamiento dieléctrico evita la mayoría de los problemas. ^{45,50}



TRATAMIENTO TÉRMICO

El tratamiento térmico es la forma más usada en la destrucción de los microorganismos alterantes y que son potencialmente toxigénicos para la carne y los productos cárnicos, a diferencia de la refrigeración y la congelación (procesos de conservación) que solo sirven para inhibir el crecimiento de microorganismos.^{34,45,46}

En el tratamiento térmico se pueden utilizar dos niveles, el calentamiento moderado que elimina una fracción de los microorganismos presentes y prolonga la vida del producto en refrigeración, donde se alcanzan temperaturas entre 58 y 75°C, a este proceso se le conoce como pasteurización.^{34,45}

Un calentamiento más severo a temperaturas superiores a los 100°C es el aplicado a los productos como las carnes enlatadas, tratamiento que aseguran la estabilidad del producto sin estar en refrigeración, a temperatura ambiente pueden soportar uno ó dos años, a este proceso se le conoce como esterilidad comercial, el cual destruye por completo a todos los microorganismos alterantes.^{34,45,46}

Desafortunadamente los productos cárnicos contienen esporas termoresistentes de microorganismos alterantes como el Clostridium Botulinum, la máxima termoresistencia tiene lugar a un pH neutro.^{34,45}

La termoresistencia de los microorganismos se expresa generalmente como tiempo de destrucción térmica ó tiempo de muerte térmica (TDT), que se define como el tiempo necesario para destruir cierto número de esporas bajo determinadas condiciones. Las condiciones que influyen el TDT son la temperatura, número y tipo de microorganismos, características del medio (pH, densidad, viscosidad, etc).⁴⁵

Para establecer un proceso térmico que obtenga un producto con esterilidad comercial se debe de conocer la curva de muerte térmica del más termoresistentes de los microorganismos, la curva de penetración de calor y de enfriamiento, el tamaño y tipo de envase que se va a utilizar.⁴⁵

Los procesos de tratamiento térmico se pueden clasificar según sus objetivos, los de elaboración, o los de conservación.^{10,34,45}



Cuando se habla de conservación se habla de secos y húmedos, los secos son aquellos como la fritura, el asado y la parrilla, los húmedos son la cocción, el escaldado, y el estofado. ^{10,34,46}

DESHIDRATACIÓN

La desecación de la carne al sol o sobre el fuego viene desde los tiempos prehistóricos, en algunos casos se realiza sobre hogueras dando lugar así a las carnes ahumadas, la eliminación de agua de la carne disminuye la actividad de agua a un nivel tan bajo que previene el crecimiento de microorganismo alterantes y patógenos. ^{34,45,46}

La mayoría de los productos cárnicos desecados son productos que son secados por aire, existen tres tipos básicos de deshidratación: ⁴⁵

1. AIRE CALIENTE

Se emplea principalmente en la elaboración de tiras de carne desecada, se introducen en hornos con temperatura controlada, tienen una pérdida de humedad de un 40-60%. Los productos deshidratados bajo estas condiciones pueden mantenerse estables durante 1- 2 años a temperatura ambiente, el inconveniente que existe en la carne como la de cerdo es la susceptibilidad a la autoxidación de las grasas. ⁴⁵

2. AIRE TEMPLADO

Es la que se ha usado en forma tradicional, aunque en la actualidad se utiliza muy poco debido al tiempo necesario para su deshidratación y a la contaminación microbiana que puede surgir en el mismo. ⁴⁵

3. AIRE REFRIGERADO

Los embutidos son desecados por medio de aire refrigerado que pasa sobre la superficie del producto, evitando el deterioro microbiano y la autoxidación. ⁴⁵



LIOFILIZACIÓN

En este método el producto permanece congelado, se transfiere a una cámara de vacío y se deshidrata resultando un producto de una calidad superior, a través de sublimación del agua presente. ^{34,45}

El proceso de liofilización se lleva a cabo en una cámara de vacío a una presión de 1.0-1.5 mmHg a una temperatura de 43°C. En los liofilizadores convencionales la carne se mantiene congelada en el periodo de deshidratación reduciendo el contenido de humedad en menos de un 2% sin cambio en la forma o volumen, el resultado es un producto poroso y de fácil reconstitución. ^{34,45,46}

La carne que ha sido cocida antes de ser liofilizada es más estable que la que no fue cocida, además tiene una vida útil de 2 a 4 veces mayor, la carne precocida antes de ser liofilizada tiene una vida de 24 a 28 meses. ^{45,50}

El uso más frecuente de la liofilización es en la elaboración de sopas, a causa del problema de rancidez que se puede dar en carnes con alto contenido de grasa se prefiere el uso de carne de ave para la fabricación de estas sopas, la carne cruda, desmenuzada y salada se usa como producto intermedio en los embutidos escaldados, la carne liofilizada es resistente al deterioro microbiano, pero no a las alteraciones químicas, aunque también puede sufrir reacciones de oscurecimiento (reacciones de Maillard), que se traduce en alteraciones de sabor, para evitar este tipo de alteraciones se recomienda almacenarse en una atmósfera sin oxígeno. ^{46,50}

Este método es costoso por la inversión y consumo de energía, solo justificado en almacenamientos muy prolongados. ^{45,50}



IRRADIACIÓN

La irradiación de alimentos es el uso de las radiaciones ionizantes aplicados sobre los productos alimenticios, en este caso la carne. Los atributos particulares de la radiación ionizante la hacen útil en tratamientos para alimentos. Algunos tipos de radiación ionizante tienen la habilidad de penetrar al interior del alimento ^{9,17,28}.

La cantidad de energía absorbida en los alimentos (dosis) determina el tipo y la extensión de los cambios, que se producirá en el material irradiado ^{17,42,49,63}.

Las unidades utilizadas en irradiación de alimentos, son el Gray (equivalente a 1 joule/kg. de materia irradiada) y sus múltiplos. ^{42,49}

La irradiación produce la reducción de la población microbiana, pero el deterioro microbiano no es el único que afecta a la carne, también existe:

- (1) la oxidación de los pigmentos causantes de la decoloración,
- (2) la oxidación de lípidos causantes de olores desagradables,
- (3) el goteo o la exudación. ⁵⁶

El uso de la radiación sólo constituye una solución parcial en el aumento de la vida media del producto, haciéndose necesarias medidas adicionales tales como un tratamiento térmico. ^{42,56,64}

Las carnes rojas y las aves a menudo contienen *Salmonella* y otras bacterias patógenas, la irradiación puede inactivarlas con una dosis baja de 1 kGy, (1kgy= 1000joules/kg), en el caso de los parásitos una dosis de radiación alta de 3-6 kGy puede destruir helmitos como la *Trichinella spiralis*, las dosis alta de hasta 40kGy puede destruir virus como el de la enfermedad de la boca y los pies. Una dosis baja de 0.3 kGy es suficiente para prevenir la maduración y como tratamiento efectivo de desinfectación. ^{9,38,56}

En la actualidad en países como Estados Unido el uso de irradiaciones es un método eficiente para el control de bacterias patógenas en las carnes frescas como las de cerdo, en el año de 1993 se logra una disminución en los casos presentados, por *Salmonella* y *Lysteria*, aunque aún existe una cierta precaución del público consumidor ante el hecho de saber que sus alimentos han sido irradiados para control sanitario. ^{17,28,38}



APLICACIONES

La radiación tiene variadas e interesantes aplicaciones en los alimentos las que pueden ser clasificadas de acuerdo a la cantidad de energía absorbida por unidad de masa.³⁸

- a) Dosis bajas (< 1 kGY), el efecto logrado por el tratamiento es:
 - Inhibición de brotación en bulbos y tubérculos.
 - Desparasitación de carnes.
 - Retardo de maduración (extensión vida útil).
 - Desinsectación.
- b) Dosis medias (1-10 kGY), el efecto logrado por el tratamiento es:
 - Destrucción de microorganismos (reducción de contaminación).
 - Mejoramiento de las propiedades tecnológicas de los alimentos.
- c) Dosis altas (>10 kGY), el efecto logrado por el tratamiento es:
 - Esterilización.
 - Eliminación de virus.

La dosis empleada se relaciona con el objetivo del tratamiento, si se desea la conservación sin refrigeración por un periodo indefinido de tiempo, se requiere una dosis que destruya a todos los microorganismos alterantes. La esterilización por radiación se denomina radappertización, si solo se desea reducir la población microbiana se requiere un tratamiento menor denominado radurización^{9,17,28,38}

RADAPPERTIZACIÓN: En las carnes el mayor peligro sanitario lo ostenta la spora de *Cf. Botulinum*, por lo que es tomado de referencia para aplicar la dosis.^{17,28}

Para medir la sensibilidad de microorganismos a la radiación se emplea el valor D, es el tratamiento necesario (expresado en Gy) para destruir al 90% de la población.^{17,28,38}

A diferencia de la esterilización por calor la irradiación no altera la capacidad de retención de agua de la carne, no exudan líquido, no se producen modificaciones de textura que se encuentran en la carne tratada con calor.^{28,38,63}

RADURIZACIÓN: El objetivo es el de aumentar la vida útil del producto, generalmente a una dosis de 1.5 kGy.³⁸



La radurización puede aplicarse a carnes frescas o cocidas, aunque para las cocidas es de menor importancia pues al envasarlas al vacío puede alcanzar una vida de 50 días, para la carne fresca en cambio es diferente pues el color al ser envasadas al vacío es más oscuro, con una buena refrigeración su vida útil es de unos 3 días. ^{17,38}

Lamentablemente la controversia que se ha asociado con la irradiación de los alimentos requiere un análisis cuidadoso que contenga todos los temas clave que afectan los aspectos positivos y negativos: ⁴²

Aspectos negativos

- ✗ Rechazo de los productos irradiados por parte de los vendedores y de los consumidores.
- ✗ Efecto negativo en los productos de la empresa
- ✗ Los compradores pueden boicotear a los vendedores de la empresa.

Aspectos positivos

- ✓ Incremento de la confianza en los productos o en una línea de productos, debido a la mejora de su calidad higiénica.
- ✓ Incremento de las ventas a la disponibilidad de alimentos irradiados.
- ✓ Reducción del riesgo de devoluciones, pérdidas de reputación y costes de juicios e indemnizaciones por brotes de intoxicación alimentaria.
- ✓ Reducción de pérdidas en la cadena alimentaria debido a una mayor higiene
- ✓ y mejora de la vida útil.



PROCESADO DE LA CARNE

HISTORIA

Tiene un origen prehistórico, desde que el hombre empezó a cazar la carne, ésta fue desecada al sol, pasado el tiempo se desecó al fuego. La salazón y el ahumado han sido prácticas antiguas, ya en el año 850 a. C. se usaba la salazón como medio de conservación de la carne pues de ésta forma no se deterioraba tan rápidamente. ^{6,10,45,46,50,63}

Muchos de los productos cárnicos que se consumen en la actualidad eran conocidos ya por los antiguos egipcios y romanos, quienes preparaban lomos, jamones, manos de cerdo, carne de cerdo salada, albóndigas y embutidos de muchos tipos. ^{6,34,40,46}

Los productos cárnicos procesado son aquellos a los que se les ha modificado las propiedades de la carne fresca por el uso de alguna técnica específica, tales como el picado, trituración, adición de condimentos, tratamiento térmico etc. Entre los productos cárnicos procesados típicos se encuentran los embutidos. ^{8,10,32,45,46}

En forma general los embutidos han tenido un sin número de formas para ser clasificados de acuerdo al punto de vista de cada autor o a sus características, en esta sección se presentan algunas de ellas, por ejemplo se pueden clasificar en: Productos picados y productos sin picar. ^{34,40,45}

El más famoso de los productos no picados son los jamones de todos tipos, en forma común estos productos se curan, se condimentan, se les da un tratamiento térmico, se ahuman en algunas ocasiones, y finalmente se moldean. ^{10,30,46}

Los productos picados son toda subdivisión de la carne, la mayoría de estos son incluidos en los embutidos. Son productos picados y condimentados, que también pueden ser curados, ahumados, moldeados, y con un tratamiento térmico, como por ejemplo el salami. ^{34,40,45,46}

O también los productos cárnicos se pueden dividir en:

- Embutidos crudos como el chorizo, el salami.
- Embutidos escaldados como la mortadela, la salchicha Viena, la salchicha cóctel.



- Embutidos cocidos como la moronga y el queso de puerco.
- Carnes curadas como el jamón y el tocino

La clasificación de los diferentes tipos de embutidos mostrada en la tabla 25 es por supuesto arbitraria y muchos de los productos podrían incluirse en varias clases dependiendo de características específicas de procesado.^{32,34,40,46}

Tabla 25
Clasificación de embutidos

CLASIFICACION	CARACTERISTICAS	EJEMPLOS
Embutidos frescos	Carnes frescas (principalmente cerdo) no curadas, picadas, condimentadas y generalmente embutidos en tripas; han de cocinarse bien antes de su consumo.	Salchichas frescas de cerdo Bratwurst
Embutidos secos	Carnes curadas; fermentadas y desecadas al aire, pueden ahumarse antes de desecarse; se sirven frías.	Salami de Génova Pepperoni Lebanon Bolonia Embutido de devano
Embutidos cocidos	Carnes curadas o no; picadas, condimentadas, embutidas en tripas, cocinadas y a veces ahumadas; generalmente se sirven frías.	Embutido de hígado Braunschweiger Queso de hígado
Embutidos cocidos y ahumados	Carnes curadas, no picadas, condimentadas, embutidas en tripas, ahumadas y completamente cocidas; no requieren tratamiento culinario posterior, pero a veces se calientan antes de servir.	Frankfurters Salchicha de Bolonia Salami de Córcega
Embutidos ahumados No cocidos*	Carnes frescas; curadas o no embutidas, ahumadas pero no cocidas; han de cocinarse completamente antes de ser servidas.	Salchichas de cerdo ahumadas artesanas Mettwurst Kielbasa
Especialidades a Base de carnes Cocidas	Productos cárnicos especialmente preparados; con carnes curadas o no; cocidas pero raramente ahumadas, a menudo hechas en lonchas preenvasadas; generalmente se toman fríos.	Panes de carne (loaves) Queso de cabeza (head cheese) Scraple

* ESTOS EMBUTIDOS HAN DE SER TRATADOS PARA DESTRUIR LOS QUISTES DE TRIQUINA.
Fuente: Price J. y Schweigert S., *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos* 2ª edición Editorial Acribia Zaragoza España 1994 Pág. 416.



PRODUCTOS EMBUTIDOS

Un embutido es un alimento que se prepara con carne picada y condimentada, dándole normalmente una forma simétrica. La palabra embutido deriva del latín *sa/sus* que significa salada o literalmente, carne conservada por salazón. ^{1,10,34,40,46}

La elaboración de embutidos comenzó con el simple proceso de salado y secado de la carne. Esto se hacía para conservar la carne fresca que no podía consumirse inmediatamente. Nuestros antepasados pronto descubrieron que estos productos mejoraban con la adición de especias y otros condimentos. Tanto la conservación como el sabor se favorecían con el ahumado. El producto era más manejable dentro de envases contruidos con el tracto intestinal de animales. ^{1,10}

Se han desarrollado texturas y sabores variados en las diferentes áreas geográficas. Muchos de los productos conocidos hoy en día deben sus nombres a sus lugares de procedencia. En su mayor parte, los productos embutidos elaborados en EE.UU., surgieron de precursores del viejo mundo. Los embutidos cocidos proceden del Norte de Europa donde el clima era lo suficientemente frío como para permitir su conservación y almacenamiento a temperatura ambiente. Los embutidos secos, por otro lado se desarrollaron más en Europa meridional donde el producto es más estable a temperaturas moderadas. ^{1,10,40,46}

A continuación se presentan los aspectos más importantes sobre los componentes que forman los productos embutidos.

Tejidos Animales. La selección de los ingredientes cárnicos es algo indispensable en la manufactura de todos los embutidos. Las más importantes son las carnes esqueléticas magras obtenidas principalmente de vacuno y las porciones más magras del cerdo. Los recorte grasos de vacuno y de cerdo proporcionan la mayor parte de la grasa de la fórmula del embutido. En la elaboración de embutidos la grasa porcina es mejor por presentar mejores propiedades funcionales como su punto de fusión que es más bajo que el de la res. Las reglamentaciones clasifican los tejidos animales utilizados en la elaboración de embutidos en carne y subproductos cárnicos. Para ser clasificados como carne, los tejidos han de estar constituidos por músculos estriados esqueléticos; y los subproductos cárnicos son los tejidos musculares no esqueléticos o lisos, como los labios, tripas y estómago de cerdo. La carne de ave también es una fuente importante de materia prima, ya que en los últimos años se han popularizado



embutidos elaborados con carne de pavo, como la salchicha y el jamón de pavo. ^{10,34,40,45,46,50}

La tabla 26 nos ofrece los valores típicos de humedad, grasa y proteína de los cortes de carne más comunes, empleados en la elaboración de embutidos. ^{34,46}

Tabla 26
Contenido en agua, proteína y grasa de algunas carnes empleadas en la elaboración de embutidos

MATERIAL CRUDO	HUMEDAD	GRASA	PROTEÍNA
	%	%	%
Carne canal completa de toro	70	9.5	20
Carne de carrillada de vacuno	63	19.5	17
Carne de espalda deshuesada de vacuno	57	26	16
Carne de canal completa de vaca	66.5	15	18
Carne de cabeza de vacuno	61	23	15.5
Corazón de vacuno	66.5	18	15
Falda de vacuno	40	48	11
Carne de pierna de vacuno	71	10	18.5
Carne de espaldilla	71.5	9	19
Tocino dorsal de cerdo, sin piel	15	80	4
Recortes de jamón fresco	56.5	30	13
Recortes de jamón curado	57	30	12
Corazón de cerdo	70	14	15.5
Hígado de cerdo	74	6	19

Fuente: Price J. y Schweigert S., *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos* 2ª edición Editorial Acribia Zaragoza España 1994 Pág. 418

Agua. El agua es el componente predominante en los embutidos cocidos, donde alcanza aproximadamente el 45-55% del peso total. El nivel exacto varía, dependiendo de la cantidad añadida durante la preparación, así como también de la relación carne magra/grasa del embutido. Según la reglamentación americana, **la humedad** en el producto final no ha de superar en **4 veces el contenido de proteína** (determinada analíticamente) **más el 10% (H%=4P+10)**. En los embutidos frescos no se debe añadir más del 3% de agua a la mezcla. ^{4,8,10,46}

En los embutidos el agua sirve como el solvente de la sal que forma la salmuera necesaria para extraer las proteínas solubles en



disoluciones salinas, influye en la palatabilidad disminuyendo la dureza y la jugosidad del producto final. Aumentando el contenido en agua o humedad, aumenta la jugosidad y disminuye la dureza del embutido. Sirve también para impartir características reológicas apropiadas a las emulsiones cárnicas. Las emulsiones muy viscosas son más sensibles al rompimiento físico durante el procesado que emulsiones similares con menos viscosidad como el pathé.^{10,45,46}

El agua y la grasa son los determinantes más importantes de estos dos parámetros de calidad.⁴⁵

Proteína. Para el fabricante de embutidos, la carne magra y la proteína son términos sinónimos. Las carnes magras contribuyen en gran medida a la estabilidad de la emulsión y a las propiedades físicas del producto final. Durante el batido o formación de la emulsión, las proteínas desempeñan dos funciones (1) encapsular o emulsionar la grasa (2) unir agua. Si cualquiera de estas dos funciones no se lleva a cabo adecuadamente, el embutido será inestable y susceptible a la separación de las fases durante la cocción. Aproximadamente el 55% de toda la proteína muscular es miofibrilar, constituida principalmente por actina y miosina. Durante la fase del rigor mortis, ambas se combinan para formar actomiosina. Las proteínas disociadas son más fácilmente extraíbles y tienen mayor capacidad para hincharse y tomar agua.^{4,8,46,63}

La más importante de las proteínas de un animal en la elaboración de embutidos es el colágeno, la proteína predominante en el tejido conectivo, el cual es insoluble y cuando se calienta a 60-65°C en presencia de agua, las fibras colágenas se contraen a un tercio de su longitud original y si continuamos calentando a temperaturas mayores se gelatiniza.^{45,46}

Grasa. La grasa contribuye en gran medida a la palatabilidad de los embutidos, pero también es el origen de muchos problemas de procesado. También influye en la dureza y en la jugosidad de los embutidos cocidos.^{4,10,45,46}

Sal. Los embutidos contienen en producto final entre 1%-5% de sal, que desempeña las siguientes funciones: (1) da sabor (2) funciona como conservador (3) solubiliza proteínas. La cantidad de sal utilizada varía dependiendo de la localización geográfica, de la necesidad de un tratamiento térmico posterior antes del consumo y del criterio del fabricante.^{45,50}



*Para el caso del curado: Se debe emplear solo de grado alimentario, la cantidad usada en los diferentes métodos varía de acuerdo al producto deseado. Las salmueras van desde 30° hasta 85° en el salinómetro (medido en densidad). En la actualidad se intenta reducir la concentración de sal debido principalmente a los altos niveles de sal en la dieta y la hipertensión.

El uso de la sal para curación es muy antiguo, sus acciones principales son: ^{10,32,45,46,50}

-Conservación- en concentraciones al 4% en fase acuosa quedan inhibido a los microorganismos que provocan la alteración ordinaria, este efecto aumenta si el producto es desecado.

-Sabor- esta limitado a las preferencias en el gusto del consumidor para lograr sabores suaves.

Edulcorante. La sacarosa, la glucosa y el jarabe de maíz, los sólidos de jarabe de maíz, la lactosa y el sorbitol son los principales edulcorantes utilizados en la producción de embutidos. Se utilizan para dar sabor por sí mismos y para realzar el sabor de la sal. Sin embargo muchos se emplean para propósitos especiales. Los azúcares son higroscópicos y así ayudan a ligar agua. ^{4,8,46}

*Para el caso del curado: Es frecuente que en la mezcla curante, actúe sobre el sabor y ayude a encubrir la aspereza de la sal, ablanda el producto curado. En algunos productos se utiliza jarabe o miel en pequeñas cantidades para producir aromas y sabores especiales. ⁵⁰

Espicias y saborizantes. Condimento es un término que se aplica a todo ingrediente que solo o combinado confiere sabor a un producto alimenticio. En la elaboración de embutidos se emplean también otras sustancias como el glutamato monosódico, hidrolizados de proteínas vegetales y nucleótidos. El glutamato monosódico y los nucleótidos potencian el sabor propio de la carne mientras los hidrolizados de proteína vegetal aportan un sabor cárnico característico. ^{4,8,10}

Las especias son sustancias aromáticas deseables por las características sensoriales que le proporcionan al producto en que se emplean. Pueden utilizarse enteras o en alguna de estas formas (1) molidas, (2) aceites esenciales y (3) oleorresinas. Los dos últimos deben ser clasificados como saborizantes, la mayoría de las especias se utiliza en sus formas procesadas. ^{4,8,34,46}



Los saborizantes son extractos de especias. Poseen varias ventajas como la eliminación de manchas de color, al estar libres de bacterias se reducen los costos de transporte y almacenamiento. ^{34,46}

Agentes ligantes y de relleno. Se añaden a las formulaciones de embutidos por alguna de las siguientes razones: (1) favorecen la estabilidad de la emulsión, (2) aumento del rendimiento en el tratamiento térmico, (3) mejora de las características de fileteado, (4) mejorar el sabor, reduce el costo en la formulación. Su empleo está totalmente reglamentado en los diferentes países, muchos de ellos son útiles porque ayudan en la ligazón del agua y la grasa. ^{4,8,34,45,50}

Muchos de ellos afectan el color, el sabor y la textura, los productos lácteos son aceptados por el consumidor, la leche desnatada en polvo, el caseinato, y los lactosueros desecados. ^{4,30,34,46}

Los agentes ligantes procedentes de cereales son principalmente de almidón, las proteínas de soya que incluyen la sémola, el concentrado y el aislado. ^{8,34}

Otros ligantes son harina de mostaza y gelatina en algunos productos embutidos de picado fino. ^{4,8,10}

Agentes curantes. En la elaboración de embutidos se utiliza el nitrato de sodio o de potasio a niveles, de 62% en embutidos madurados y en curados es el 15%. ^{8,34,45,50}

Se usan frecuentemente aceleradores de curado como ascorbatos e isoascorbatos de sodio, su función es aumentar la velocidad en que se desarrolla el color. ^{30,34,46}

Se emplean también pirofosfato ácido de sodio y glucono-d-lactona reducen el pH de la carne en 0.2-0.3%. ^{10,34}

Polifosfatos. Los más comunes utilizados en la elaboración de embutidos son el tripolifosfato de sodio, el hexametáfosfato de sodio y el pirofosfato de potasio, realizan la misma función que en la salmuera, reducen la viscosidad de la emulsión. ^{10,34,62}

Antioxidantes. Retardan el desarrollo de la rancidez en la grasa de los embutidos, ya que provoca alteraciones en el color, el sabor y el aroma. ^{34,45,46}



Los principales antioxidantes solubles son BHA; BHT, TBHQ y galato de propilo.³⁴

Agentes microbianos. No están permitidos en los productos embutidos salvo aplicación sobre la superficie para retardar el crecimiento de hongos, se emplea una solución de propil-parabeno o sorbato de potasio.^{34,46}

TRIPAS NATURALES

Las tripas naturales para los embutidos se preparan a partir de diversas regiones del aparato digestivo de ganado vacuno, cerdo u ovejas.^{1,32}

Tripas animales. Es la capa de colágeno del tracto intestinal, y han sido los envases tradicionales para los embutidos.^{1,45}

El colágeno es la estructura básica, al exponerlo al calor seco se hace menos permeable, un secado posterior hace a la tripa casi completamente impermeable. En su mayoría las tripas artificiales son más específicas en cuanto a las necesidades.¹

Las tripas de diámetro pequeño son de cerdo y cordero, la más fina es de cordero y se utiliza para la salchicha Frankfurt, las de cerdo se usa en algunos tipos de embutidos frescos, pero resulta un poco dura.¹

Hay una gran variedad de tripas naturales de mayor tamaño, la tripa redonda de vacuno que se usa para embutir Bolonia, es también considerada comestible.^{45,50}

Las tripas animales se usan en la actualidad para dar la apariencia de productos artesanales, requieren de una mayor mano de obra que las artificiales.^{1,50}

La producción y empleo de tripas animales ha descendido mucho en todos los países, ya que existe la tendencia a ser sustituidas por variedades artificiales que son más higiénicas y de fácil control, aunque los fabricantes de pequeña escala las siguen usando.^{1,45}

Dada la gran diversidad de tipos de mebutidos que sse fabrica en todo el mundo, las normas comerciales de cada uno de los países ofrecen muy diversas variaciones entre cada uno de ellos.¹



En la tabla 27 se ofrecen algunos ejemplos de los diversos tamaños de las tripas de acuerdo a la norma del país de origen.

Tabla 27
Tripas naturales

	Especie	Tipo	Anchura
Estados Unidos	Vacuno	Narrow export rounds	30mm
		Regular export rounds	30-35 mm
		Wide export rounds	> 35mm
		Tipo doméstico	
		Regular domestic rounds	30-35mm
		Médium domestic round	< 30mm
	Ternera	Tripa delgada	24.6 mm
		Cerdo	Export hog bung
	Prime export bung		41-45 mm
	Small hog bung		35-41 mm
Skips	31-35 mm		
Brochen export hot bungs*			
España	Cerdo	Tripa estrecha	
		Muy extra estrecha	< 26 mm
		Extra estrecha	26-28 mm
		Estrecha	28-30 mm
		Mediana	33-36 mm
		Ancha	36-40 mm
Extra ancha	> 40 mm		
Alemania	Vacuno	Tripa delgada	
		Estrecha	< 35 mm
		Medio ancha	37-40 mm
		Ancha	40-43 mm
		extra ancha	43-46 mm
	Muy extra ancha	> 46 mm	
	Cerdo	Muy extra estrecha	< 26 mm
		Extra estrecha	26-28 mm
		Medio ancha	30-33 mm
		Ancha	36-40 mm
Extra ancha		> 40 mm	



A continuación se muestran algunos tipos de tripa artificiales, las cuales presentan algunas ventajas sobre la naturales como lo es la uniformidad en el tamaño, rendimiento al ser manejadas y bajo riesgo de contaminación al ser preparadas.^{1,32,50}

Tripas de colágeno. Se elabora con la lámina corión de la piel de vacuno, se solubiliza y después se extruye y endurece, por su naturaleza química posee las mismas características de procesado que las naturales.^{1,45}

Se dispone de tripas de colágeno de tamaños variables para simular las tripas naturales.^{1,50}

Las tripas de colágeno reconstituido han remplazado actualmente a las tripas naturales en las industrias cárnicas, por la uniformidad en rendimiento y facil empleo.^{1,45,50}

Tripas de celulosa. Las de diámetro de menor tamaño se utilizan en la fabricación de salchichas sin piel y estas se emplean principalmente en las salchichas Frankfurt y similares, son tripas de pequeño diámetro elaboradas de material permeable al humo y en algún grado a la humedad.¹

Las de mayor diámetro son del tipo fibroso para embutidos curado o semicurados y se emplean en salchichas tipo bologna en donde se retira la tripa antes de su consumo, cuando se requiere eliminar la humedad y el aire de la superficie pueden usarse tripas con pequeños poros.^{1,45} Se usan tripas impermeables al agua en embutidos que se cuecen, para productos hechos con hígado.⁴⁵

Tripas de plástico. En embutidos que no son ahumados se puede usar la de plástico, están constituidas por un copolímero de polivinilo y cloruro de polivinilo o piletileno. Se usan en la elaboración de productos cocidos como salchichas de hígado y canapés, también se pueden utilizar en las salchichas frescas de cerdo que no se cuecen y se venden frescas.^{1,45,50}

Envases metálicos. Pueden ser de forma redonda, cuadrada o rectangular. Son tratados por calor para coagular las proteínas cárnicas, para tener la forma del molde que las contenía, son sacados del molde para ser vendidos.⁴⁵

Se pueden usar para elaborar la mayoría de los embutidos cocidos de mayor tamaño como los jamones.^{1,50}



CURADO

Actualmente para los productos cárnicos el término de "curado significa generalmente conservación con sales y nitritos".^{45,50}

Quando los nitritos se incorporan a la carne se producen cambios de color debido a la formación de pigmentos nitrosil, y los cambios químicos que se producen.^{5,45}

Para curar la carne debe de utilizarse la sal y el nitrito, aunque se adicionan algunos otras sustancias. Actualmente la FDA ha prohibido el uso de nitritos.^{30,45}

NITRATOS Y NITRITOS.

Hace miles de años que se utilizan para conservar la carne, se desconoce si su efecto se conocía antes de los romanos, pero se asume que la utilidad de los nitratos fue descubierta como resultado de impurezas en la sal empleada en la mezcla.^{6,45,50}

Las principales acciones del nitrito son:

-Conservadora- este limita más el espectro de microorganismos que pueden multiplicarse, aunque los *Micrococcus* y *Lactobacillus* alteraran en algunos casos será de una forma más lenta que en la carne fresca normal.

-Color- es característico en las carnes curadas debido al pigmento nitrosil mioglobina formado por las sales de nitrito añadidas.

-Sabor- el nitrito ejerce una pequeña contribución.

Los nitritos y nitratos de sodio y de potasio se han usado por muchos años con el cloruro de sodio como componentes de mezclas secas de salmuera en la preparación de carnes curadas¹³.

La tendencia tóxica de los nitratos depende de su conversión a nitritos por acción bacteriana, tanto en la operación de curado como en el aparato digestivo. Los nitritos tienen una acción conservadora más potente que los nitratos, (que se igualan a la sal común); su función más importante es la inhibición del desarrollo de *Clostridium botulinum* en alimentos curados. También contribuyen a resaltar las características de color y sabor de los alimentos en que se aplican. El color rosado del jamón y del tocino se debe a la conversión de la mioglobina para formar nitrosohemoglobina.^{6,13}

El nitrito es tóxico a dosis moderadas, reaccionan con la sangre para formar metahemoglobina o nitrosil-hemoglobina y destruye la capacidad de la sangre para el transporte de oxígeno.¹³



La dosis letal para una persona adulta es 1 g/kg aproximadamente. En todos los países existe una norma oficial para controlar las cantidades mínimas^{30,45}.

Para comprender el desarrollo del color en el curado es necesario conocer los pigmentos en el músculo y las reacciones que se producen.^{30,45}

*Pigmentos. Existen varios, entre ellos la mioglobina, hemoglobina, la catalasa, y otras. Los más abundantes son los primeros dos, son proteínas complejas que llevan a cabo reacciones similares, la hemoglobina es el pigmento rojo en la sangre y transporta el oxígeno, la mioglobina es el pigmento de los músculos y almacena oxígeno.

El óxido nítrico es el ingrediente activo que se combina con los pigmentos, la combinación original se lleva a cabo con los pigmentos oxidados metimioglobina y metmioglobina. El resultado final es que el ácido nítrico reacciona para producir el pigmento rosa estable que se busca en la carne curada.

Las cantidades de nitritos y nitratos permitidas por la FDA en carnes se resumen en la tabla 28.

TABLA 28
Nitritos y nitratos permitidos en carne

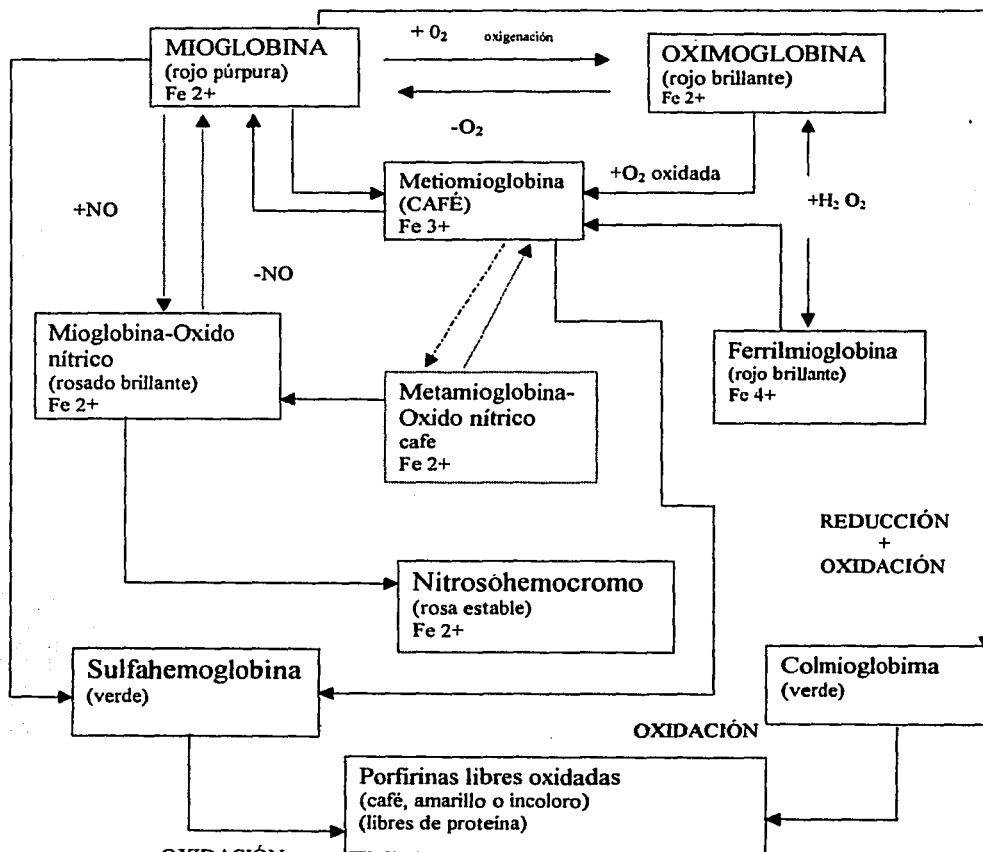
PRODUCTO	CONSERVADORES 1989	
	NITRATO DE SODIO	Límite en mg/kg. NITRITO DE SODIO
CARNE CURADA, envasado en empaque estéril, dentro o fuera	150	50
PRODUCTOS CÁRNICOS CURADOS ACIDIFICADOS Y/O FERMENTADOS (salami), no envasados en envase Estéril	400	50
JAMÓN Y TOCINO sin cocer, tocino Cocido, y jamón no empacado en envase sellado	500	200
CUALQUIER CARNE CURADA o producto cárnico no especificado	250	150

Fuente: Kirk S., Sawyer R., Egan H., Composición y análisis de Pearson 2ª edición México 1996
Compañía editorial CECSA Pág. 324



El diagrama 3 proporciona la explicación de las diversas formas en que la mioglobina y la hemoglobina producen los pigmentos de la carne curada.

Diagrama 3
PIGMENTOS HEMO



OXIDACIÓN
Fuente: Lawrie R:A: Meat science 3ª edición Press 1998 Pág. 301



MÉTODOS DE CURADO

Aunque hay varios métodos todos son modificaciones de dos fundamentales: ^{45,50}

- 1) Curado en Seco
- 2) Curado por encurtido

En el curado en seco consiste en frotar la carne con los ingredientes de las sales de curado, sal, azúcar, nitrito y/o nitrato se agregan sin adición de agua. ^{45,50}

La salmuera que se forma por la salida de jugo tisular se llama "salmuera natural", el intercambio que se produce entre este líquido y la sal es un proceso difícil por lo que la dosis adecuadas de sal y nitrito o nitrato a añadir no son exactas. ⁵⁰

En el curado por encurtido los ingredientes se disuelven en agua, se forma una salmuera hasta conseguir el curado total, penetra por difusión la sal y los agentes curantes en la carne. ^{45,50}

El proceso puede acelerarse cuando más sea la relación entre la superficie y el peso, también se acelera cuando se incrementa la concentración en la salmuera. ⁵⁰

Otra modificación que es común desde inicios de siglo es la inyección por salmuera, que consiste en inyectar directamente la mezcla curante en el interior de la masa de carne, esto proporciona una distribución más rápida y uniforme en todo el tejido, tiene un menor consumo de sal y de nitritos, produce menores pérdidas de proteínas y de líquido, además de que se lleva a cabo en un corto tiempo es un método muy adecuado. En los últimos años se utilizan diversos tipos de inyección: 1) inyección arterial, 2) inyección por punción, 3) inyección por punción múltiple. ⁵⁰

En industria hay muchas modificaciones de estos procedimientos, algunas veces se combinan ambos métodos, por ejemplo: 1) curado en seco con sal, 2) Inyección de arterias, 3) curado de productos especiales. ^{6,45,50}



CONTROL DE CALIDAD

En la competencia por el mercado, ya no solo es importante la aplicación de tecnología o de métodos eficaces de producción, ahora el reto es competir con calidad, para lo cual es necesario crear metodologías que garanticen elementos básicos como la calidad constante y la innovación de productos acordes a las necesidades de los consumidores.^{51,53,54}

Diferentes conceptos como control de calidad total, administración de la calidad, calidad total, han enriquecido el ámbito de la calidad en la industria alimentaria, pero al final todos son similares:^{51,53,61}

Calidad: "Es el conjunto de características de un elemento que le confieren la aptitud para satisfacer necesidades explícitas e implícitas", "calidad es cumplir con los requerimientos del cliente".⁵¹

Un sistema de garantía o aseguramiento de calidad tiene la tarea de coordinar y organizar las funciones que intervienen en la calidad de los productos y servicios ofrecidos por la empresa; el objetivo es producir alimentos que cumplan con los requerimientos de los consumidores, que sean seguros y nutritivos y que cumplan con la legislación respectiva. Este sistema interviene en el diseño de los productos, en la adquisición de materias primas y materiales de empaque, vigila la fabricación del alimento y cuida las etapas de distribución, venta y consumo.^{39,51,54}

Uno de los errores más frecuentes es confundir un sistema de garantía de calidad con actividades específicas de control de calidad o con elementos de un proceso de calidad total. El control de calidad se puede entender como una actividad de inspección o verificación circunscrita a la planta; por otra parte, un proceso de calidad va más allá del producto o servicio, pues abarca temas relacionados recursos humanos y la administración.^{39,42,53}

Existen muchos términos para describir los sistemas de control de calidad, el término "garantía de calidad" implica un factor de seguridad, "examen de calidad" un sistema de evaluación de un Programa de Control de Calidad y "normalización de calidad" es la uniformidad de producto. Estos términos se aplican en lugar de control de calidad para referirse a los sistemas, variando entre distintas empresas e influidas por las necesidades específicas de cada una de ellas.^{53,54}



Un sistema de Control de Calidad debe incorporar una, todas, o una combinación de las diversas categorías.^{51,54}

Un sistema de calidad: Es la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para implantar la administración (gestión) de la calidad.^{20,21,51,53}

Existen diversos sistemas de garantía de calidad, diferentes en alcance y modalidad, en función de las políticas de la organización, pero todos con elementos comunes.^{20,21,22}

Existen elementos que conforman un sistema de garantía de calidad, el primer paso es contar con el apoyo de la gerencia, los elementos técnicos son, un diseño para incorporar la calidad del producto, un diseño para la seguridad de consumo (HACCP), metodologías para controlar la producción, las buenas prácticas de higiene y sanidad, un control estadístico, herramientas de inspección y evaluación que vigilen el cumplimiento de las especificaciones como los análisis fisicoquímico, microbiológico y sensorial, procedimientos adecuados para poder atender reclamos y retirar producto en mal estado que se encuentre en el mercado. Estos son los elementos básicos que deben ser establecidos en la empresa.^{22,23,24,29,53}

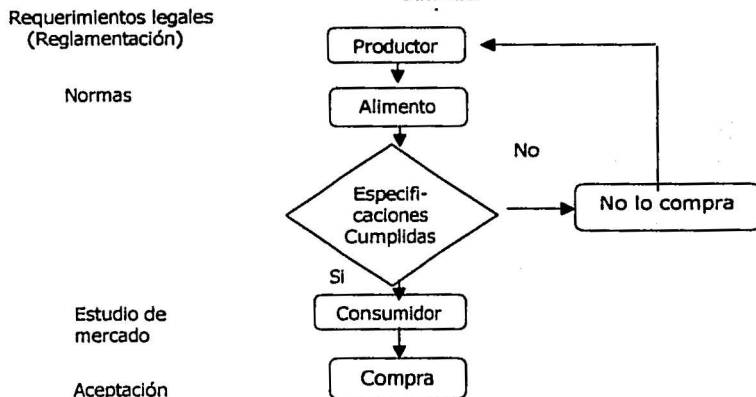
La implantación de un sistema de garantía de calidad requiere de cierta inversión, el impacto económico puede ser elevado pero se trata de una inversión que regresa de diversas formas.^{29,53}

Cuando se habla de calidad de un elemento (en el presente caso, alimentos) se habla también de cumplimientos o expectativas del mismo, que va desde la impresión que tiene la gente sobre la reputación de la marca, hasta las demandas del consumidor en aspectos como sabor, aroma textura.^{20,21,22,23,25}

El responsable de hacer que un elemento cumpla con éstos requerimientos y de decidir finalmente si cumplió o no, son el productor y el consumidor respectivamente. En el diagrama 4 se muestra la interacción referida.^{31,51,53,54}



Diagrama 4
Calidad



Como se puede ver, el producto se encuentra comprometido con la satisfacción del cliente y por otro lado, debe cumplir también con los requerimientos legales establecidos por el gobierno.^{31,52}

Los tipos de requerimientos que debe cumplir la carne y los productos cárnicos antes de su venta en el mercado incluyen los siguientes puntos: ^{20,21,22,23,24,25,45}

- Microbiológicos.
- Físicoquímicos.
- Nutrimientales.
- Sensoriales.
- De envase.

Entre todos los requerimientos mencionados existe una estrecha relación e interdependencia.²⁹

Tanto el comercio como la industria tienden a adoptar normas de producción y comercialización uniformes para todos los países, es decir, tienden a la normalización. Ésta no sólo se traduce en leyes que regulan la producción de bienes o servicios sino que su influencia tiende a dar estabilidad a la economía, ahorrar gastos, evitar el desempleo y garantizar el funcionamiento rentable de las empresas.^{29,53,54}



Una norma es la especificación técnica, establecida con la cooperación y el consenso o la aprobación general de todas las partes interesadas, basada en los resultados conjuntos de la ciencia, la tecnología y la experiencia. ^{54,61}

Una norma internacional: Es el lineamiento o documento normativo que emite un organismo internacional de normalización u otro organismo internacional relacionado con la materia, reconocido por el gobierno mexicano en los términos del derecho internacional. ^{54,57,61}

Una norma oficial mexicana (NOM): Es la regulación técnica de carácter obligatorio que contiene terminología, clasificación, características, cualidades metrológicas, especificaciones, muestreo y métodos de prueba que deben cumplir los productos y servicios o procesos cuando puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal o vegetal, el medio ambiente general o laboral, o bien, causar daños en la preservación de los recursos naturales. Y son expedidas por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40 de la Ley Federal sobre Metrología y normalización (LFMMN). ^{29,51,53,54,57,61}

Una norma mexicana (NMX): Es el instrumento técnico elaborado por un organismo nacional de normalización y, a falta de éste, por la SECOFI, el cual establece especificaciones de referencia para elevar la calidad de los bienes y servicios. ^{54,57,61}

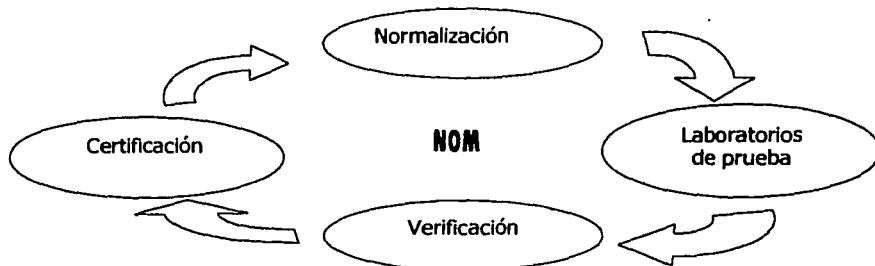
En México al igual que en cualquier otro país la aprobación de una norma lleva cierto proceso para finalmente certificarse. Cuenta con el sistema Nacional de Normalización y Evaluación de la Conformidad, coordinado por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Secofi. ^{51,61}

La Dirección General de Normas Tiene como misión general coordinar la elaboración de normas y promover su aplicación. Sus cuatro tareas principales son: **normalización**, que se plasma en las NOM, de ámbito obligatorio, y las NMX de ámbito voluntario; **evaluación de conformidad**, lo cual busca demostrar que lo producido cumple con lo dispuesto en la propia Norma que lo rige (se ponen en marcha los procedimientos de certificación o verificación); **acreditación**, ya que no cualquiera puede asegurar que un bien o servicio se ajusta a una Norma, se requiere que el organismo certificador sea eficaz, independiente y profesional. Por ello los que desean ser acreditados se someten a este proceso mediante el cual una entidad de acreditación los evalúa y se les faculta para llevar a cabo su actividad, si el examen es



satisfactorio, y finalmente de **metrología**, que asegura la exactitud de las medidas y, así, es uno de los soportes donde se reposa el desarrollo industrial y la justeza de las transacciones comerciales. ^{29,51,53,54,57,61}

Figura 1
Elaboración de normas



Normalización: son aquellas actividades sistemáticas para el establecimiento y uso de las normas. Los Organismos Nacionales de Normalización (ONN) son personas morales cuyo principal objetivo es la elaboración y expedición de normas mexicanas en las materias en que sean registradas ante la Dirección General de Normas. Hasta el día de hoy existen seis ONN acreditadas. ^{51,59}

Certificación: es la acción por la cual un organismo acreditado garantiza que un producto, proceso, sistema o servicio, satisface los requisitos de una norma específica u otro documento normativo nacional o internacional. Sirve para comprobar el cumplimiento con una norma oficial mexicana y garantizar a los consumidores que el producto cumple con las especificaciones respectivas y por ende respeta su salud e integridad física, ya que los productos han cumplido con pruebas y requisitos mínimos de seguridad. Sólo requieren el certificado, las NOM de seguridad de producto. Las NOM de información comercial son autoaplicativas y para tener mayor seguridad sobre su correcto cumplimiento, existen unidades de verificación de información comercial que emiten constancias de conformidad sobre las etiquetas, envases, garantías, instructivos, etc., o bien, dictámenes de cumplimiento cuando la verificación se hace a productos ingresados al país bajo esta opción y se encuentran en almacenes generales de depósito o bodegas particulares de importadores. ^{54,61}



Los organismos nacionales de certificación son: ^{53,54,57,61}

NORMEX, certifica; el producto; proceso, servicio, sistemas de calidad, personas

ANCE, certifica: el producto, sistemas de calidad.

NYCE, certifica: el producto.

IMNC, certifica: los sistemas de calidad, servicios.

CALMECAC, certifica: los sistemas de calidad, servicios, procesos, personas.

ONNCCE, certifica: el producto. Sistemas de calidad.

CRT, certifica: el producto.

SGS, certifica: los sistemas de calidad.

Consejo Regulador de la Talavera, certifica: el producto.

COFOCALEC, certifica: el producto.

TIPOS DE REQUERIMIENTO QUE DEBE CUMPLIR LA CARNE Y LOS PRODUCTOS CÁRNICOS

Microbiología y fisicoquímica: La carne y los productos cárnicos deben de cumplir, como mínimo, con las especificaciones microbiológicas y parámetros fisicoquímicos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) correspondientes. En ocasiones, el productor puede producir el rango de cumplimiento de las especificaciones para aumentar la calidad del alimento. Es claro que las condiciones de limpieza e higiene, tanto de las instalaciones de producción, como del personal que ahí labora, tiene una repercusión directa en la higiene y la seguridad del alimento. ^{53,61}

Nutricional: Este aspecto involucra el valor calórico y nutricional que ofrece la carne y los productos cárnicos al consumidor: carbohidratos, proteína, grasa, fibra, incluyendo vitamina; los cuales están establecidos también en las NOM correspondientes; algunos productos incluyen esta información en su empaque. ^{53,54,61}

Sensorial: Este requerimiento implica las características de color, olor, sabor, apariencia externa y consistencia. Todas estas características en conjunto son la presentación del alimento cuya información se obtiene de los estudios del mercado para conocer los requerimientos y expectativas del cliente. ^{53,54,61}



Envase: Generalmente, el productor no elabora el envase pero aun así debe asegurar que este cumple con las especificaciones establecidas en las NOM respectivas, de acuerdo a su naturaleza (plástico, vidrio, laminado, papel), a su presentación (funcionalidad del envase, impresión), y etiquetado. ^{53,54,61}

El envase debe cumplir con sus funciones de contenedor del alimento, debe ser un envase que resguarde y conserve todas las características microbiológicas, fisicoquímicas, sensoriales y nutrimentales del alimento, así mismo, tiene las funciones de promoción del alimento y de información. Además de las especificaciones que debe cumplir el producto, el consumidor establece sus propios requerimientos y evalúa como un todo las especificaciones antes mencionadas. El consumidor actual tiene mayor conciencia de que un alimento con calidad no solo debe ser novedoso y también satisfacerle una necesidad fisiológica momentánea, también tiene que nutrirlo y ser higiénico y seguro para su salud. ^{29,53,54,61}

Finalmente, no es posible hablar de calidad del producto sin considerar también la calidad global de la empresa. Por esta razón, es necesario hablar de un Sistema de Aseguramiento de Calidad que abarque las actividades de todos los departamentos que influyen en la calidad del producto lo cual incluye diseño, instalación, producción, almacenamiento y distribución. ^{20,21,22}

El control de calidad de la carne y los productos cárnicos implican la adopción de patrones establecidos que permitan establecer los atributos de calidad. ^{21,22,23}

Para obtener un producto uniforme es de vital importancia establecer los estándares de calidad dentro de los grados de variación que resulten pertinentes en cada caso. ^{22,23}

Debido a que la carne y los productos cárnicos se elaboran a partir de materiales de procedencia biológica, existe una enorme variabilidad de calidad en cada una de las materias primas que se utilizan para la elaboración de estos. ^{23,24,25}

Para obtener el grado de control de calidad deseado se debe utilizar los procedimientos que evalúen exactamente aquellos factores críticos que afectan la calidad en el producto final deseado. Todos estos procedimientos se llevan a cabo con los principios de un programa organizado de control de calidad (PCC). ^{23,24,25,29}



Este programa deberá ser ejecutado como un sistema global y debe coordinarse entre todos los departamentos de la empresa. ^{23,24}

En la Industria Nacional Mexicana, en lo que se refiere al ramo de los Alimentos un enorme sector productivo lo conforman la mediana pequeña y microindustria (90 % en promedio) las cuales no aplican estos conceptos o se hace de forma muy limitada. En algunas industrias se desconocen los principios de higiene y salud, el HACCP es también desconocido, la realidad es que en México solo las grandes empresas son las que cuentan con un sistema de garantía de calidad. ^{20,21,22,23,24,25}

El sistema de Análisis de Riegos y Puntos Críticos de Control -HACCP- (Hazard Analysis and Critical Control Points) se aplica exclusivamente a la seguridad alimentaria del producto, basado en la minimización de riesgos, propone una metodologías para identificar cuales son las variables críticas del proceso (puntos críticos de control) dando por hecho que las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) se llevan a cabo correctamente. ^{24,25,51}

El HACCP es preventivo y se encarga de controlar los riesgos químicos, físicos y biológicos que afectan la seguridad de los alimentos. Un alimento seguro se concibe como aquel que está libre de microorganismos patógenos o sustancias producidas de su metabolismo, residuos químicos tóxicos y material físico extraño. ^{20,21,22,23,24,25}

El sistema HACCP propone una metodología para identificar cuales son la variables críticas del proceso (Puntos Críticos de Control PCC), sin embargo si no se cuenta con la Implementación adecuada de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), es decir que las instalaciones físicas son las adecuadas, el personal está capacitado y cuenta con lo necesario para no ser fuente de contaminación, se cuenta con procedimientos adecuados de limpieza, desinfección, de lo contrario no se podrá llevar eficientemente el HACCP. ^{20,21,22,23,24,25,29}

Para empresas que no tiene un adecuado sistema de buenas prácticas de manufactura el proceso de implementación de HACCP se vuelve más largo, requiere de una mayor inversión económica y se tiene menor probabilidad de éxito, ya que antes de su implementación las BPM deben ser cumplidas. ^{20,21,22,23,24,25}

El costo que tiene la implementación del HACCP depende en gran medida del estado inicial de las BPM que se tiene en la empresa. ^{20,21,22,23,24,25,29}



Los siete principios de HACCP: ²⁹

1. Establecer un análisis de riesgo.
2. Identificar los puntos críticos de control.
3. Establecer los límites máximos para cada Punto Crítico.
4. Establecer los requisitos de monitoreo de los Puntos Críticos de Control.
5. Establecer acciones correctivas.
6. Establecer los procedimientos para la toma de registros.
7. Establecer los procedimientos para la verificación.

Además de implementar un HACCP se deben implementar también los Procedimientos de Operación Estándar de Sanitización (POES):

Las deficiencias en la Industria Cárnica Mexicana son muchas y estas pueden ser clasificados en 4 grandes grupos: a) falta de capacitación del personal; b) instalaciones y equipo inadecuados en cuanto a materiales de construcción; c) servicios deficientes y d) malas prácticas de higiene y manufactura. La eliminación de los problemas mencionados requiere de recursos económicos en la sustitución de equipos obsoletos, en la construcción de instalaciones diseñadas de acuerdo a los objetivos planteados en las Buenas Prácticas de Manufactura. La inversión de recursos debería también de ser enfocada hacia la capacitación del personal que manipula la carne y sus productos en todos los niveles, haciendo que cada trabajador valore sobre el aporte en su participación controlada y eficiente reflejada en la calidad final del producto. En cuanto a la calidad de los servicios hay que hacer esfuerzos conjuntos entre industria y gobierno orientados a obtener un compromiso mutuo sobre el respeto de las Normas de Calidad de los mismos. ^{20,21,22,23,24,25,29}

1. Para garantizar la calidad de la carne debe haber un compromiso entre todas las partes involucradas en la producción, transformación, distribución y venta.
2. Se requieren instalaciones y equipo adecuados que permitan transformar y almacenar la carne y sus productos en óptimas condiciones
3. Se requiere de la capacitación de todo el personal en lo que se refiere a la implantación de las Buenas Prácticas de Manufactura e Higiene.
4. Se debe implementar las BPM en el sacrificio y manejo de la carne, durante su transformación, manipulación, traslado y finalmente la venta al consumidor.



MÉTODOS DE ANÁLISIS

Ningún programa de control de calidad puede ser llevado a cabo hasta que todos los atributos de calidad de importancia queden establecidos para una serie de circunstancias. Pese a que la elección de un sistema depende de muchas variables en la operación de proceso, el conocimiento de los atributos de calidad generalmente requiere de algunos estudios analíticos. Los resultados del análisis, sin embargo no son más valiosos o fidedignos que los métodos utilizados para obtenerlos. El supervisor de control de calidad debe obtener un conocimiento completo de los métodos disponibles y de las ventajas y desventajas de cada uno de ellos.^{29,51,53,54}

La elección de los procedimientos analíticos o incluso la decisión de analizar debe ser realizada a partir de una apreciación realista de las necesidades y su valor. Una evaluación cuidadosa puede prevenir la pérdida de tiempo y esfuerzo que suponen análisis innecesarios. Para interpretar correctamente los resultados de un análisis es necesario conocer la exactitud y precisión de método utilizados, conocer o establecer la variabilidad normal del producto a estudiar, y estar seguros de que el método es adecuado para el problema en estudio.^{29,54,61}

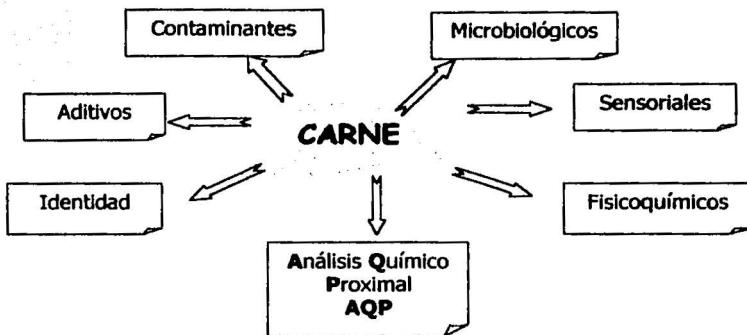
Generalmente, los métodos de análisis para las operaciones de procesado de alimentos se pueden clasificar en métodos oficiales y de control. Al elegir un método de control hay que considerar la velocidad y la exactitud. El objetivo de un método de control es alcanzar la información deseada para que el proceso y el producto pueda ser efectiva y eficazmente controlado. Los métodos oficiales se deben usar para comparar los resultados de los métodos de control utilizados en la empresa, para dirimir una acción legal, o cuando se requiera por disposición reglamentaria (métodos aceptados por organizaciones científicas, por ejemplo la AOAC, o los dictados por agencias oficiales tanto nacionales como internacionales).^{29,51,53,54,61}

Análisis de la carne:

En la figura 2 se muestra los diferentes tipos de análisis a que puede ser sometida la carne y los productos elaborados a partir de ella.



Figura 2
Tipos de análisis de la carne



Dentro de los múltiples análisis que se pueden aplicar a la carne y los productos derivados de ésta, se encuentra el AQP proporciona mucha información, sin embargo el AQP como su nombre lo indica, da la composición aproximada, la información proporcionada no es concluyente si no se realizan otras mediciones que permitan conocer la calidad global del producto, como son los análisis bacteriológicos, posible presencia de adulterantes, antibióticos, contaminantes, aditivos, deterioro de ciertos componentes, y análisis organoléptico dependiendo de lo que se esté buscando. Es obvio que el AQP es una herramienta importante, pero requiere de otros análisis que le sirvan de refuerzo en casos especiales.^{51,53,54}

Para poder hablar sobre la calidad de la carne y sus derivados, así como de si los productos están contaminados, adulterados o alterados, es importante definir estos términos. La Figura 4 muestra las características más importantes que facilitan la diferenciación entre estos alimentos.⁴⁹



Figura 3
Diferenciación entre adulteración, alteración y contaminación



Fuente: Lopez M:G., Valdes S., Factores que afectan en el crecimiento microbiano en las carnes y productos cárnicos, Lácteos y cárnicos mexicanos Enero-febrero 2001 Pág. 47

Un alimento alterado es aquel que por causas naturales ha sufrido alguna modificación en su composición intrínseca que puede conducir a una reducción de su valor nutrimental y que puede transformarlo en nocivo para la salud. Modificando sus características fisicoquímicas y sensoriales. ^{2,3,5}

Se entiende por alimento adulterado aquel al cual se le adicionan sustancias que no corresponden a su propia naturaleza, en cuanto a su composición, y la definición de acuerdo a las normas establecidas. ^{52,53}

Se considera un alimento contaminado aquel que contiene agentes patógenos, cuerpos extraños, residuos de antibióticos, hormonas o sustancias tóxicas, microorganismos no patógenos o sustancias plaguicidas, bactericidas y radioactivas. ^{45,46,51,63}

Es importante también diferenciar entre descomposición y deterioro de alimentos. La descomposición de un alimento es el resultado de la acción de microorganismos sobre los nutrimentos alterando la carne. Por otro lado el deterioro de un alimento se da como resultado de la acción de factores químicos (luz, oxígeno, agua etc.), la modificación química de los componentes genera compuestos químicos



que modifican negativamente las características sensoriales de la carne y que en algunos casos pueden llegar a ser tóxicas. ^{27,32,39,45}

Conociendo las modificaciones a que se encuentra sujeta la carne y con el fin de asegurar la calidad de ésta y de los productos que se elaboren con ella, es indispensable conocer los factores que determinan el crecimiento de los microorganismos para poder implementar las medidas efectivas de control. ^{10,11,27,45,46,51,53}

La contaminación de la carne y sus productos puede, provenir de varias fuentes, de origen primaria o secundaria. La contaminación primaria (conocida en algunos casos como zoonosis) es aquella en la que microorganismos o sustancias extrañas se incorporan al organismo del animal vivo; este tipo de contaminación puede ser endógena (cuando la carga contaminante está contenida en el animal) y/o exógena (cuando la carga contaminante proviene del exterior). Por contaminación secundaria se va a entender cuando microorganismos o sustancias extrañas se incorporan al alimento procedentes del medio circundante, en forma general es el resultado de una mala manipulación o malas prácticas de manufactura. ^{7,9}

Debido a las diversas fuentes de contaminación que puede sufrir la carne, es importante controlar las condiciones de manejo y de almacenamiento, pues si es inadecuado habrá una contaminación, lo cual tendrá un efecto directo en la calidad, si no se controla adecuadamente la carne y los productos cárnicos, se fomenta el crecimiento de microorganismos, que a su vez provocan dos tipos de efectos adversos en el hombre, en el primer caso pueden producir infecciones gastrointestinales, debido al desarrollo en el organismo de los microorganismos patógenos infectantes, y en el segundo caso producir intoxicaciones generadas por la ingesta de toxinas, producidas por los microorganismos infectantes. ^{2,7,8}



ANÁLISIS DE LA CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS

1. METODOS QUIMICOS

El conocer los componentes principales es de gran importancia para las diferentes determinaciones que se llevan a cabo, no solo análisis químico sino también la calidad, agentes adulterantes y agentes químicos que puedan estar presentes en la carne y productos cárnicos.^{10,45,46}

Componentes principales

En la industria cárnica se entiende por componentes principales la proteína total (proteína cruda), la grasa, el agua, las cenizas, y en ocasiones, los hidratos de carbono. La determinación de estos componentes se denomina "Análisis Químico Proximal", la suma de los componentes de los resultados individuales debe dar un resultado del 100% (+/- 0.5%). Aparte de estos componentes también es muy importante conocer la proporción de la proteína característica del tejido conectivo (el colágeno, que desvaloriza el producto).^{30,45,46}

La determinación cuantitativa de estas fracciones principales permite ordenar las materias primas (crudas) por tipos de transformación, elaborar productos conforme a las normas internas o generales de calidad y clasificar por categorías los productos acabados.³⁰

Cuando la obtención de los resultados analíticos es rápida o cuando se trata de procesos de elaboración de larga duración, los datos así obtenidos sirven para efectuar operaciones correctivas sobre los productos cárnicos intermedios o los acabados.^{30,46}

En la tabla 29, se presenta una guía para las técnicas de análisis de la carne y los productos cárnicos más comunes (basados en el proceso de transformación), en todos los casos es recomendable verificar a través de la composición informada para el producto si la muestra será suficiente para la determinación, tomando en cuenta la sensibilidad y nivel de detección de la técnica. Las técnicas oficiales para estos productos son la primera opción si los resultados se requieren para la rutina de laboratorio ó en cuestiones oficiales, las otras técnicas son aplicables para cualquier efecto que no sea oficial.^{10,30,43,63}



Tabla 29
Análisis de la carne y productos cárnicos

	Producto	Proteína	Grasa	Agua	Cenizas
Crudo y preformado	Hamburguesa	1.1	2.1	3.1	4.1
	Salchicha	1.2	2.2	3.2	
	Longaniza	1.4	2.4	3.3	
	Surimi de carne		2.6	3.4	
	Croquetas				
2.6 Solo hamburguesas (molida de res)					
Curado	Tocino	1.1	2.1	3.1	4.1
	Jamón	1.2	2.2	3.2	
	Lengua	1.4	2.4	3.4	
	Pollo				
	Pavo				
Cocido	Pollo	1.1	2.1	3.1	4.1
	Salchichas	1.2	2.2	3.2	
	Patés	1.4	2.4	3.3	
	Harinas			3.4	
	Croquetas				
	Pudín				
	Relleno				
	Fajita rellena				
Comida rápida					
		3.3 solo salchichas, paté, pudín			
		3.4 solo salchichas			
Curado-cocidos	Jamón	1.1	2.1	3.1	4.1
	Pollo	1.2	2.2	3.2	
	Jamón enlatado	1.4	2.4	3.4	
	Lengua		2.5		
	Tocino				
Fermentados	Salchicha	1.1	2.1	3.1	4.1
	Salami	1.2	2.2	3.2	
	Chorizo	1.4	2.4	3.3	
	Fermentado con levadura			3.4	
		3.2 solo salchicha			



	Producto	Proteína	Grasa	Agua	Cenizas
Carne fresca	Vacuno	1.1	2.1	3.1	4.1
	Ovino	1.2	2.2	3.2	
	Porcino	1.4	2.3	3.4	
	Pollo		2.4 2.5		
Subproductos	Cueritos	1.1	2.1	3.1	4.1
	Carnitas	1.2	2.2	3.2	
	Barbacoa	1.4	2.3	3.4	
	Rostizados		2.4		
	Cabrito				
Visceras	Panza	1.1	2.1	3.1	4.1
	Sesos	1.2	2.2	3.2	
	Hígado	1.4	2.3	3.4	
			2.4		

NOTA: los métodos se muestran en la tabla 30

Tabla 30
Métodos y determinaciones

Componente	Método	Ref.
PROTEINA	1.1 Microkjeldahl	D,G
	1.2 Macrokjeldahl	C,D
	1.3 Nitrógeno en carne	E,H
	1.4 Nitrógeno volátil	C
GRASA	2.1 Soxhlet	C,D,E,G
	2.2 Werner-Schmith	
	2.3 Grasa Total	C,H
	2.4 Método gravimétrico	E
	2.5 Método de extracción rápida con solvente en microondas.	E
	2.6 Corsey y Corstrand "Infra-tester"	C
	2.7 Método de Wickroski	D
	2.8 Método de Hobart	D
AGUA	3.1 Estufa 100°C	C,G,H
	3.2 Estufa 95-100°C, vacío.	E,C
	3.3 Bidwel-Sterling	
	3.4 Microondas	E
	3.5 Volumen de extracto liberado	C
CENIZAS	4.1 Método general	C,E,G

NOTA: las referencias se muestran en la tabla de referencias (Pág. 99)



2. ANALISIS DE ADITIVOS

Existen varias definiciones de ADITIVOS entre las que destacan:

- ✓ Aditivo, es la sustancia que, añadida a otras en pequeñas cantidades, modifica sus propiedades físicas o químicas. Sustancia o mezcla de ellas, presentes en el alimento como resultado de su adición premeditada en el procesamiento, el almacenamiento o el empaque del producto para conferirle ciertas características importantes de conservación, sabor, textura, etc. (el término no incluye contaminantes). En estas categorías se encuentran conservadores, emulsificantes, saborizantes, estabilizantes, colorantes, enzimas, antioxidantes y muchos otros. ^{10,30,45,62}
- ✓ Sustancia que se añade intencionalmente en pequeña cantidad a un producto alimenticio con un fin tecnológico preciso. Los aditivos únicamente deben elegirse entre los productos autorizados para ello, (lista positiva) con exclusión de cualquier otra sustancia que no esté explícitamente permitida por las autoridades competentes (Ministerio de Sanidad, CEE, etc.). ^{10,30,45,62}

El uso de los aditivos en los alimentos debe ser siempre en base a las Buenas Prácticas de Manufactura y cubrir un objetivo específico: ^{10,30,45,46}

- Prolongar la vida útil de los alimentos
- Reducir el riesgo de proliferación de microorganismos
- Disminuir oxidación de las grasas
- Evitar la formación de tóxicos
- Evitar intoxicaciones
- Estandarizar apariencia
- Aumentar disponibilidad
- Aumentar la diversidad de productos
- Reducir costos
- Proporcionar nutrientes
- Preparación de alimentos especiales.

Su uso en los alimentos se justifica únicamente bajo alguna de las siguientes razones: ³⁰

- Realzar la calidad y la aceptación por parte del consumidor.
- Homogeneizar la presentación y características sensoriales de un alimento.



- Reducir desperdicios y aumentar la vida útil de los mismos.
- Elaborar una mayor gama de alimentos.
- Facilitar la producción de los alimentos.
- Optimizar los procesos de elaboración de alimentos.

Los aditivos jamás deben ser empleados para enmascarar Malas Prácticas de Manufactura o alimentos de mala calidad pues podrían ser dañinos, tampoco deben emplearse a niveles por arriba de los permitidos por el organismo regulatorio correspondiente (en México el Sector Salud).^{30,45,46}

En la tabla 31 se muestran los posible aditivos que pueden contener la carne y los productos cárnicos, es importante revisar las cantidades requeridas para cada producto en su normas correspondiente ya que cualquier aditivo que se encuentre por arriba del nivel que marca la norma se considera una adulteración.

Del mismo modo se presentan las adulteraciones comunes en la carne y productos cárnicos, así como los métodos para la determinación de los diferentes adulterantes.

Algunos de los componentes que se pueden encontrar en la carne y productos cárnicos pueden ser también contaminantes; en ambos casos, estos pueden encontrarse presentes por adición o por presencia accidental.^{10,30,45}

La presencia de contaminantes es con frecuencia debida a las inadecuadas condiciones de proceso, y de la falta de control en las diferentes etapas de producción e higiene tanto del personal como de la planta.^{29,30,53,54}



Tabla 31

Métodos de análisis para determinar adulteraciones en carne y productos cárnicos

Producto	Determinación	Método	Ref.		
CRUDO Y PREFORMADO	Hamburguesas	Proteínas	A,D,E		
	Croquetas	Soya	Harina de soya Proteína de soya	A,B,D,E	
		Leche en polvo descremada	Test cualitativo Determinación fotométrica de proteína láctea.	D,E A,B,F	
		Lactosa	Lactosa en carne	D,E	
		Colágeno	Determinación fotométrica del contenido de hidroxiprolina Determinación de hidroxiprolina Métodos modernos	F A,C,H Tabla 32	
		Almidón	Harina de almidón en carne Almidón en carne Método titrimétrico	A,B,E A,B,C E	
		Grasa	Método químico para la detección de grasa de caballo	D	
		Contaminantes	Plomo	Método general de la ditzona	G
			Estaño	Método espectrofotométrico de la absorción atómica	G
		Colorante	Artificial o natural	Test cualitativo	A,E
				Método titrimétrico Método gravimétrico Método espectrofotométrico Métodos modernos	E E E Tabla 32
		Sangre	Método de adición de sangre de caballo	D	
		Conservador	Determinación de conservantes en alimentos ricos en grasa por medio de HPLC. Métodos modernos	F Tabla 32	
		Gomas vegetales	Determinación de agar en carne	A,B,E	
		Fosfatos	Determinación de fosfatos condensados	A,B,F,I	
Antioxidantes	Determinación fotométrica de ácido ascórbico Test cualitativo de color Métodos modernos	D,F E Tabla 32			
Cantidad de carne	Determinación de creatinina Determinación de creatinina total Métodos modernos Método Stubbs y More Determinación de hidroxiprolina	C,E C,E Tabla 32 C F			
Identidad de especie	Ver tabla 35 y 36				



Producto	Determinación	Método	Ref.	
CRUDO Y PREFORMADO	Longaniza	Proteínas Soya	Harina de soya Proteína de soya	A, D, E A, B, D, E
		Leche en polvo descremada	Test cualitativo Determinación fotométrica de proteína láctea.	D, E A, B, F Tabla 32
		Lactosa	Lactosa en carne Métodos modernos	D, E Tabla 32
		Almidón	Harina de almidón en carne Almidón en carne Método titrimétrico	A, B, E A, B, C E
		Grasa	Método de Soxhlet Método de Werner-Schmith Grasa Total Método gravimétrico Corsey y Corsland "Infra-tester" Métodos modernos	Tabla 32
		Contaminantes Plomo Estaño	Método general de la ditizona Método espectrofotométrico de la absorción atómica	G G
		Colorante Artificial o natural	Test cualitativo Método titrimétrico Método gravimétrico Método espectrofotométrico Métodos modernos	A, E E E E Tabla 32
		Conservador	Determinación de conservantes en alimentos ricos en grasa por medio de HPLC. Métodos modernos	F Tabla 32
		Gomas vegetales	Determinación de agar en carne	A, B, E
		Antioxidantes	Test cualitativo de color Métodos modernos	E Tabla 32
		Cantidad de carne	Determinación de creatinina Determinación de creatinina total Métodos modernos Método de Stubbs y More Determinación de hidroxiprolina	C, E C, E Tabla 32 C F
		Extractos	Determinación de extractos de carne y productos similares	E
		Identidad de especie	Tabla 35 y 36	
		Tocino (tocinet)	Antioxidante BHT Gomas vegetales	N-Nitrosaminas (volátiles) en tocino frito Métodos modernos Determinación de agar en carne

Continuación tabla 31



Producto	Determinación	Método	Ref.	
CURADO	Jamón curado (ejemplo: jamón Serrano) Carne curada (ejemplo: tocino)	Proteínas Soya	Harina de soya Proteína de soya Test cualitativo	A, D, E A, B, D, E D, E
		Lactosa	Lactosa en carne Creatinina en carne (Método colorimétrico)	E, D C, E
		Colágeno	Determinación fotométrica del contenido de hidroxiprolina Determinación de hidroxiprolina Métodos modernos	F C Tabla 32
		Almidón	Harina de almidón en carne Almidón en carne Método titrimétrico	A, B, E A, B, C E
		Agua	Agua añadida	E
		Cenizas Nitritos y nitratos	Nitritos y nitratos en carne (Método xilenol) Nitritos en carne curada (Método colorimétrico) Nitritos y nitratos (Determinación fotométrica)	A, D, E A, C, E A, F
		Cloruro de sodio	Método de sal en carne Método volumétrico Método indicating strip Determinación de cloruros (Método de Volhard)	E E E E, F, H
		Fósforo	Fósforo total en carne Fósforo en carne (método automático)	C, E, H E
		Contaminantes Plomo Estaño	Método general de la ditizona Método espectrofotométrico de la absorción atómica	G G
		Gomas vegetales	Determinación de agar en carne	A, B, E
		Cantidad de carne	Determinación creatinina Determinación de creatinina total Métodos modernos Método de Stubbs y More Determinación de hidroxiprolina	C, E C, E Tabla 32 C F
		Identificación de especies	Tabla 35 y 36	

Continuación tabla 31



	Producto	Determinación	Método	Ref.
COCIDOS	Paté Pudín Salchicha frankfurt Salchicha viena Comidas preparadas	Proteína Soya	Harina de soya Proteína de soya Test cualitativo	A,D,E A,B,D,E D,E
		Lactosa	Lactosa en carne Creatinina en carne (Método colorimétrico) Determinación fotométrica del contenido de hidroxiprolina	D,E C,E F
		Colágeno	Determinación de hidroxiprolina Métodos modernos	C Tabla 32
		Almidón	Harina de almidón en carne Almidón en carne Método titrimétrico	A,B,E A,B,C E
		Grasa	Método de Soxhlet Método de Wemer-Schmith Grasa Total Método gravimétrico Corsey y Corstland "Infra-tester" Métodos modernos	Tabla 32
		Cenizas Nitritos y nitratos	Nitritos y nitratos en carne (Método xyleneol) Nitritos en carne curada (Método colorimétrico) Nitritos y nitratos (Determinación fotométrica)	A,D,E A,C,E A,F
		Cloruro de sodio	Método de sal en carne Método volumétrico Método indicating strip Determinación de cloruros (Método de Volhard)	E E E E,F,H
		Fósforo	Fósforo total en carne Fósforo en carne (método automático)	C,E,H E
		Contaminantes Plomo Estaño	Método general de la ditizona Método espectrofotométrico de la absorción atómica	G G
		Gomas vegetales	Determinación de agar en carne	A,B,E
		Cantidad de carne	Determinación creatinina Determinación de creatinina total Métodos modernos Método Stubbs y More Determinación de hidroxiprolina	C,E C,E Tabla 32 C F
		Identificación de Especies	Tabla 35 y 36	
		Comidas preparadas solo	identificación de especies	

Continuación tabla 31



Producto	Determinación	Método	Ref.	
CURADO-COCIDOS	Jamón Tocino	Proteína Soya	Harina de soya Proteína de soya Test cualitativo	A, D, E A, B, D, E D, E
		Lactosa	Lactosa en carne	D, E
		Colágeno	Creatinina en carne (Método colorimétrico) Determinación fotométrica del contenido de hidroxiprolina Determinación de hidroxiprolina Métodos modernos	C, E F C Tabla 32
		Almidón	Harina de almidón en carne Almidón en carne Método titrimétrico	A, B, E A, B, C E
		Agua	Agua añadida	E
		Grasa	Método de Soxhlet Método de Werner-Schmith Grasa Total Método gravimétrico Corsey y Corisland "Infra-tester" Métodos modernos	 Tabla 32
		Cenizas Nitritos y nitratos	Nitritos y nitratos en carne (Método xylenol) Nitritos en carne curada (Método colorimétrico) Nitritos y nitratos (Determinación fotométrica)	A, D, E A, C, E A, F
		Cloruro de sodio	Método de sal en carne Método volumétrico Método indicating strip Determinación de cloruros (Método de Volhard)	E E E E, F, H
		Fósforo	Fósforo total en carne Fósforo en carne (método automático)	C, E, H E
		Contaminantes Plomo Estaño	Método general de la ditizona Método espectrofotométrico de la absorción atómica	G G
		Gomas vegetales	Determinación de agar en carne	A, B, E
		Cantidad de carne	Determinación creatinina Determinación de creatinina total Métodos modernos Método de Stubbs y Morte Determinación de hidroxiprolina	C, E C, E Tabla 32 C F
		Identificación de especies	Tabla 35 y 36	

Continuación tabla 31



	Producto	Determinación	Método	Ref.
FERMENTADO	Salami Peperoni Chorizo	Grasa	Identificación del tipo de grasa Métodos modernos	Tabla 32
		Cenizas Nitritos y nitratos	Nitritos y nitratos en carne (Método xileno) Nitritos en carne curada (Método colorimétrico) Nitritos y nitratos (Determinación fotométrica)	A,D,E A,C,E
		Contaminantes Plomo Estaño	Método general de la diluición Método espectrofotométrico de la absorción atómica	G G
		Acidulante Glucono-d-lactona	Métodos modernos	Tabla 32 y A,B,H
		Cantidad de carne	Determinación creatinina Determinación de creatinina total Métodos modernos Método de Stubbs y Morte Determinación de hidroxiprolina	C,E C,E Tabla 32 C F
		Identificación de especies	Tabla 35 y 36	
CARNE FRESCA	Vacuno Ovino Porcino	Colorante Natural y artificial	Test cualitativo Método litimétrico Método gravimétrico Método espectrofotométrico Métodos modernos	A,E E E E Tabla 32
		Agua	Agua añadida	
		Identificación de especies	Tabla 35 y 36	E
SUBPRODUCTOS	Barbacoa	Acentuadores de sabor		
		Identificación de especies	Tabla 35 y 36	
	Camitas	Antioxidantes	Métodos modernos	Tabla 32
		Conservadores	Determinación de conservantes en alimentos ricos en grasa por medio de HPLC. Métodos modernos	F Tabla 32
Cueritos	Identificación de especies	Tabla 35 y 36		
	Ácido acético Conservador	Métodos modernos	Tabla 32	

NOTA: las referencias se muestran en la tabla de referencias (pág. 100)

Continuación tabla 31



Tabla 32
Métodos modernos de análisis en carne y productos cármicos

Metodo	Determinación
Cromatografía sobre papel	Determinación de azúcares Determinación de colorantes naturales en cármicos Determinación de grasas Determinación de vitaminas
Cromatografía en columna	Determinación de proteínas Determinación de aminoácidos Determinación de azúcares
Filtración en columna de geles	Determinación de azúcares Determinación de proteínas Determinación de aminoácidos
Cromatografía en capa fina	Determinación de azúcares Determinación de proteínas Determinación de aminoácidos Determinación de ácidos grasos Determinación de aditivos
Cromatografía de gases	Determinación de ácidos grasos Determinación de aditivos
Electroforesis	Determinación de proteínas Determinación de aminoácidos Determinación de creatina y creatinina Determinación de ácidos orgánicos Determinación de sustancias aromáticas
Inmunoelectroforesis	Determinación de proteínas
Métodos de coloración	Determinación de azúcares Determinación de proteínas Determinación de hidroxiprolina
Métodos enzimáticos	Determinación de azúcares Determinación de ácido láctico
Espectroscopia infrarroja	Determinación de ácido glutámico Determinación de ácidos libres



Tabla de referencias

REFERENCIA	
A	NOM-145-SSA-11995
B	NOM-122-SSA-1994
C	PEARSON (30,43)
D	HART- FISHER(16)
E	A.O.A.C.(19)
F	MATISEKK(36)
G	CODEX ALIMENTARIUS
H	ISO
I	ULRICH (62)



3. MÉTODOS MICROBIOLÓGICOS

Debido a que la contaminación de la carne se da principalmente por microorganismos, se tiene que conocer los factores intrínsecos y extrínsecos que determinan la implantación de microorganismos para poder asegurar la calidad de los productos que se venden al consumidor final. ^{11,27,39}

Los factores intrínsecos son aquellos que dependen de la composición del alimento y constituyen los factores de crecimiento de los microorganismos. Los factores extrínsecos comprenden el conjunto de condiciones medio ambientales que rodean al alimento y su control podrá ser solo el resultado de una revalorización por parte de todas las personas involucradas en el proceso de transformación de la carne, desde la producción primaria hasta donde se vende como un producto final. La carne como materia prima para comercializar directamente o transformada es un producto altamente perecedero y de difícil manejo al estar expuesta a la descomposición y al deterioro. Al exponerse a la contaminación por microorganismos en alguna de las etapas de transformación se vuelve un foco de posibles infecciones e intoxicaciones. ^{11,14,27,33}

En la tabla 33 se muestran los principales tipos de microorganismos que pueden ser aislados en la carne y los productos cárnicos.

Bajo estas circunstancias, el examen microbiológico de la carne y los productos cárnicos debe ser minucioso, generalmente se utilizan métodos estándar, que se muestran en la tabla 34.

Tabla 33
Microorganismo aislado con frecuencia en las carnes

PRODUCTO	MICROORGANISMO AISLADOS
CARNE FRESCA Y REFRIGERADA	Bacterias: <i>Acinetobacter</i> , <i>Moraxella</i> , <i>Aeromonas</i> , <i>Alcaligenes</i> , <i>Micrococcus</i> , <i>Pseudomonas</i> . Mohos: <i>Cladosporium</i> , <i>Geotrichum</i> , <i>Sporotrichum</i> , <i>Mucor</i> , <i>Thamnidium</i> , <i>Rhizopus</i> . Levaduras: <i>Candida</i> , <i>Torulopsis</i> , <i>Rhodotorula</i>
CARNES COCIDA, CURADAS Y COCIDA-CURADA	Bacterias: <i>Lactobacillus</i> , <i>Acinetobacter</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Micrococcus</i> , <i>Serratia</i> , <i>Staphylococcus</i> Mohos: <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Rhizopus</i> , <i>Thamnidium</i> . Levaduras: <i>Torula</i> , <i>Candida</i> , <i>Trichosporum</i>



PRODUCTO	MICROORGANISMO AISLADOS
EMBUTIDOS Salami Boloñesa Salchichas ahumadas Salchichas frankfurt	<i>Lactobacillus</i> Homofermentativos <i>Leuconostoc</i> , <i>Lactobacillus</i> homofermentativos <i>Leuconostoc</i> , <i>Lactobacillus</i> homofermentativos <i>Streptococcus</i> , <i>Pediococcus</i> , <i>Leuconostoc</i> , <i>Lactobacillus</i> <i>Micrococcos</i> , levaduras
DE CARNE DE CERDO	<i>Leuconostoc</i> , <i>Microbacterias</i> , <i>Lactobacilos</i> , <i>Pseudomonas</i>
TOCINO	<i>Lactobacillus</i> , <i>Micrococcos</i> , <i>Enterococcos</i>
JAMÓN Crudo Con especias Irradiado	<i>Lactobacillus</i> , <i>Micrococcos</i> , <i>Enterococcos</i> , <i>Leuconostoc</i> , <i>Micrococcos</i> <i>Lactobacillus</i> homofermentativos, <i>Leuconostoc</i> <i>Enterococcos</i>
FERMENTADOS	<i>S. aureus</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Campylobacter</i> , <i>E. Coli</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Micrococcus</i> ,
CURADO COCIDO	<i>S. aureus</i> , <i>Micrococcus</i> , <i>Cl. Botulinium</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Enterococcus</i> , <i>Proteus-providencia</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Brochotrix</i> , <i>Thermopacta</i> , <i>Vibrio</i> .
CURADO	<i>S. aureus</i> , <i>Clostridium perfringens</i> , <i>botulinium</i> , <i>Vibrio</i> <i>costicola</i> , Gram - (<i>Acinetobacter</i> , <i>Alcaligenes</i> , <i>Janthinobacter</i> , <i>Providencia</i> , <i>Serratia</i> ,) Gram + (<i>Arthrobacter</i> , <i>Corynebacterium</i>), <i>Candida</i> , Hongos (<i>Penicillium</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Manilia</i> , <i>Oidium</i> , <i>Rhizopus</i>), <i>Lactobacillus</i> , <i>Lactococcus</i> , <i>Leuconostoc</i> , <i>Pediococcus</i> . Enterobacteriaceae, <i>Enterobacter</i> , <i>Hafnia</i> , <i>Morganella</i> , <i>Margani</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Pt vulgaris</i> , <i>Providencia</i> <i>Carnobacterium</i> , <i>Proteus</i> , <i>E. coli</i> , <i>Pseudomonas</i> .
CRUDO Y REFORMADO	<i>Salmonella</i> , <i>E. coli</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Clostridium</i> , <i>Campylobacter</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Pseudo</i> <i>tuberculosis</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Brochothrix</i> <i>thermosphacta</i> , <i>Enterobacterias</i> (<i>Enterobacter</i> , <i>Citrobacter</i> , <i>Klebsiella</i>), <i>Lactobacillus</i> , Hongos (<i>Penicillium</i> , <i>Rhizopus</i> , <i>Cladosporium</i>), <i>Carnobacterium</i>



Tabla 34
Técnicas de análisis microbiológicos

MICROORGANISMO	TÉCNICAS	MEDIO
Método para el recuento de la flora aeróbica mesófila NOM-092—SSA1-1994	Método de recuento estándar en placa Método de recuento en placa de siembra por extensión en la superficie. Método del recuento en placa por siembra de gotas en la superficie.	Agar para recuento en placa (Agar Triptona-Extracto de Levadura) Agar para recuento en placa Agar para recuento en placa
Bacterias coliformes NOM-112-SSA1-1994	Técnica del número más probable(NMP) Método 1(USA) Método 2 (británico) Método 3 Método 4 (recuento en placa)	Caldo lauril sulfato triptosa Caldo McConkey Caldo de lactosa 2% de bilis verde brillante Agar bilis lactosa rojo neutro cristal violeta
Determinación de organismos coliformes fecales	Método 1 (norteamericano) Método 2 (europeo) Identificación ImViC (Indol, rojo de metilo, Voges-Prokauer, citrato sódico)	Caldo E.C. Caldo de lactosa 2% de bilis verde brillante Agar Eosina azul de metileno Agar de endo
Enterobacteriaceae	Prueba de ausencia o presencia Recuento por siembra en placa	Caldo triplicasa roja, caldo de enriquecimiento para Enterobacteriaceae. Agar bilis lactosa glucosa rojo neutro cristal violeta.
Enterococos	Recuento probable Confirmación Identificación de especie	Agar sangre ácida cristal violeta de Packer, ó Agar KF para Streptococcus. Caldo infusión cerebro corazón. Antisuero del grupo D
Mohos y levaduras NOM-111-SSA1-994	Recuento de levaduras y Mohos por siembra en placa en todo el medio Recuento por siembra en placas	Agar oxitetraclina gentamicina extracto de levadura glucosa Agar papa - dextrosa(NOM)



MICROORGANISMO	TÉCNICA	MEDIOS
<i>Salmonella</i> NOM-114-SSA1-1994	Aislamiento: 1) Enriquecimiento no selectivo 2) Enriquecimiento selectivo 3) Siembra en placa Identificación: 1) Comprobación por medio de pruebas bioquímicas. 2) Pruebas serológicas	Caldo selenocistina, caldo tetratonato verde brillante. Agar verde brillante, Agar sulfito de bismuto. Agar lisina de hierro y agar triple azúcar hierro. Antisuero polivalente O, monovalente O (somáticos) Antisuero polivalente H (flagelar), de Spicer Edwards (1-4), complejo e,n,l,i
<i>Escherichia Coli</i>	Aislamiento: Identificación: Identificación Serologica	Agar eosina azul de Levine, Agar McConkey Suero E.Coli polivalente OB Agar triple azúcar hierro, Agar sangre (indol positivo, ó nega-tivo), cultivos no aerogénicos, caldo de prueba de Urea, arabinosa, triptona, Reducción de nitratos, Citocromo oxidasa Suero OB, O, H
<i>Vibrio cholerae</i>	Aislamiento Confirmación	Agar tiosulfato sales biliares sacarosa, Agar nutritivo ó Agar Aronson. Agar triple azúcar hierro, Medio Hugh Leifson, Agar nutritivo (Descarboxilasa, Test Vibrios-tatico, filamentosidad)
<i>S. Aureus</i> NOM-115-SSA1-1994	Por medio de procedimientos serológicos Técnica de la coagulasa positiva Método 1 Método 2 Método 3 Método 4 Método 5 Producción de coagulasa Técnica del NMP	Agar Baird-Parker Agar Yema de huevo Agar Kranep Difosfato de fenolfaleina con poliximina Caldo telurito manitol glicina Caldo infusión cerebro corazón, plasma de conejo

Continua tabla 34



MICROORGANISMO	TÉCNICA	MEDIO
<i>Clostridium botulinum</i>	Pruebas de neutralización con antitoxinas específicas - Antisueros monovalentes Detección: Aislamiento	Antitoxinas monovalentes y polivalentes de los tipos A-F Medio de carne cocida, ó medio tripticasa glucosa, con medio enriquecido Agar sangre y agar infusión cerebro corazón, con medio de carne cocida
<i>Bacillus cereus</i>	Recuento en placa de presuntos Confirmación	Agar yema de huevo poliximina, rojo fenol ó Agar yema de huevo sal polioximina cloruro de trifeniltetrazolio. Hemólisis alfa en Agar sangre de caballo. Enterobacteriaceae
<i>Clostridium perfringens</i>	Método 1 (británico) Siembra en placa Técnica para determinar y confirmar. Tipificación serológica Técnica de NMP Método 2 (USA) Recuento de probables Confirmación de probables Caracterización	Agar sangre de caballo Medio de carne cocida y Agar sangre de caballo. Antisueros para 42 cepas tipo A según Hobs y Col (1953) Agar sulfito cicloseina, Agar perfringens de Shadi-Ferguson Caldo de gelatina lactosa En yema de huevo, hemólisis en Agar sangre de caballo, tipificación serológica con antisueros monovalentes, cultivo de enriquecimiento con agar yema de huevo McClung y Toabe, con agar sangre de caballo
<i>Streptococos</i>	Agar sangre	Agar sangre
<i>Pseudomonas</i> y <i>Aeromonas</i>	Técnica del asa ligada Prueba de células adrenales Recuento en placa Aislamiento y recuento Por cultivo	
<i>Proteus</i>	Aislamiento y recuento Por cultivo.	

Continúa tabla 34



4. ANALISIS DE IDENTIDAD

Se entiende por identificación de especies al establecimiento de las especies serológicas existentes entre las proteínas de los distintos animales de abasto. ^{2,30}

La identificación de la especie animal utilizada para elaborar un producto cárnico, responde a la necesidad legal de confirmar que la materia prima declarada por el productor, es la que realmente se ha utilizado para la elaboración. ^{2,30}

Existen diferentes métodos analíticos para la identificar la especie animal a partir de sus proteínas, lípidos y DNA: ²

- ✓ Análisis de lípidos (examen de los isómeros de los ácidos grasos por cromatografía de gas capilar).
- ✓ Separación electroforética de proteínas características (diferenciación de las proteínas solubles por su punto isoeléctrico; separación electroforética de enzimas musculares).
- ✓ Técnicas de inmunoensayo:

🔗 Inmunoensayo, es uno de los métodos más antiguos que se utilizan para detectar la presencia de carnes extrañas, en especial la proveniente de caballos, siendo considerado uno de los métodos más adecuados para este fin.

🔗 Inmunodifusión, consiste en la difusión de un antisuero específico, producido por inmunización de animales y de un antígeno, obtenido de un extracto de carne, sobre una placa de gel de agar.

🔗 Ensayo de una enzima ligada a un Inmunoabsorbente (ELISA), se utiliza un antisuero antiespecie, producido en conejos por inyección de albúminas séricas provenientes de las especies en estudio (bovino, ovino, cerdo, etc) y purificado por cromatografía de afinidad junto a albúmina sérica específica inmovilizada. El antígeno es extraído de las muestras con una solución tampón. Este método requiere menos antisueros que los métodos de inmunodifusión, es más rápido y un mayor número de muestras pueden ser procesadas.

- ✓ Ensayos de DNA, este ácido es extraído del producto cárnico, parcialmente purificado, es desnaturalizado e inmovilizado sobre una membrana de nylon. Posteriormente un segmento de DNA con



especificidad de especie y marcado se hace reaccionar con la secuencia complementaria del DNA inmovilizado sobre la membrana. Como el DNA es una molécula de reconocimiento específico y relativamente estable, suministra la base para que esta técnica sea altamente específica para la identificación de especies.

Teniendo en cuenta la diversidad de métodos expuestos, cuando se seleccione la técnica a utilizar se debe tomar en cuenta que el método sea lo suficientemente específico y sensible y que pueda ser aplicado a los productos cárnicos de interés, si puede ser utilizado cuantitativamente, el coste y la facilidad de la implementación del mismo. ^{2,16,30,43}

En la tabla 35 se muestran los métodos para la identificación de especies.

Tabla 35
Método para la identificación de especies.

METODO	ANTIGENO	IDENTIFICACIÓN DE LA ESPECIE	ANTISUERO
Doble difusión (profit)	Suero de Albumina	(Pollo y pavo)	Cabra
Doble difusión (prime)	Suero de Albumina	(cerdo)	Cabra
Doble difusión (soft)	Suero de proteína	(ovejas)	Temera
Doble difusión por Inmunolectroforesis	Suero de proteína	(cerdo, caballo, conejo)	Cabra y conejo
Doble difusión por Inmunolectroforesis	Mioglobulina	(caballo, oveja, vaca, cerdo)	Conejo, cabra (absorción)
Doble difusión	Preparación adrenal	(caballo, vaca, oveja, cerdo)	Conejo
Doble difusión	Músculo termoestable	(búfalo, ganado vacuno, gacelas).	Cabra, oveja (absorción)
Doble difusión	Suero y Suero de Albumina	(ganado vacuno)	Conejo, cabra, oveja
Doble difusión (orbit)			

Fuente: Ashurst P. R., Dennis M. J., *Analytical methods of foods authentication*, Blackie Academic first edition 1998 London Pág. 261



Tabla 36
Sistema EIA para identificación de especies en carne y productos cárnicos

ANTIGENO	IDENTIFICACIÓN DE ESPECIE	ANTISUERO (propiedades)
Suero de albúmina	(cerdo)	Conejo IAC*
Extracto de músculo de esqueleto	(cerdo, pollo)	Conejo
DESMIN	(pollo)	Ratón (monoclonal)
Suero	(ganado vacuno)	Conejo
Suero de albúmina	(cerdo)	Oveja, conejo IAC*
Suero de albúmina	(caballo, cerdo, vaca)	Oveja (absorción)
Suero de albúmina	(caballo, cerdo, vaca)	Conejo (IAC*)
Extracto sarcoplasmático		Conejo (IAC*)
Proteínas solubles del músculo	(pollo)	Ratón (monoclonal), conejo (IAC*)
Proteína del músculo	(cerdo)	Ratón (monoclonal)
Suero de proteínas	(búfalo, cabra, mono)	Ganado vacuno, oveja, caballo (IAC*)
Suero de proteínas	(oveja, búfalo, cabra, vaca, canguro, caballo, camello, cerdo)	Oveja, vaca, conejo (IAC*)
Extracto de músculo autoclave	(cerdo)	Oveja (absorción)
Pruebas adrenales y músculos	(búfalo, vacas, oveja, cabra, cerdo)	Conejo (absorción)
Proteína de suero	(caballo, ganado vacuno, oveja, canguro, cerdo, camello)	Conejo (IAC*)

Fuente: Ashurst P. R., Dennis M. J., *Analytical methods of foods authentication*, Blackie Academic first edition 1998 London Pág. 262



5. METODOS FISICOS

La industria cárnica utiliza, cada día más, los métodos físicos para determinar toda una serie de características de los productos. Y algunos de mayor importancia son los siguientes: ^{31,44,45}

Densidad:

El conocimiento del valor de la densidad tiene interés tanto en la materia prima (carne cruda) como en los productos intermedios y finales. Por densidad se entiende la relación entre el volumen y el peso de materia. La densidad de un cuerpo sólido se mide mediante un picnómetro, pesando y midiendo la cantidad de líquido desalojado por el cuerpo sólido: la existencia de bolsas de aire y de espacios vacíos provocan resultados erróneos. ^{30,44}

Color:

La aceptación de un producto en cuanto a su color es esencial para que se produzca el acto de compra y para que el mismo se consuma con agrado. Esta es la razón por la que el marketing estudia a profundidad todos los aspectos relacionados con el color del producto. Por lo tanto la medición repetible e instrumental de los colores juega un importante papel en la práctica industrial. ^{30,45,50}

Para medir el color se utilizan espectrofotómetros y colorímetros, tomándose en cuenta tres consideraciones: ^{44,45}

- ✓ La metodología empleada: extracción de pigmentos (medida de transmisión o absorbancia) o reflectancia.
- ✓ La forma de expresar los resultados: Hunter Lab, CIE $L^*a^*b^*$, valores triestímulos (X,Y,Z), triestímulo Munsell y reflectancias a longitudes de onda específicas.
- ✓ La interpretación de los datos o resultados obtenidos.

Los colores pueden descomponerse en sus tres elementos:

- ✓ Tono o color (verde, amarillo, azul, etc.)
- ✓ Cromo o intensidad de un color, expresada como débil o apagado o vivo.
- ✓ La luminosidad o claridad de un color, expresada como claro u oscuro.



La medición de los colores se puede realizar por tres procedimientos:

- ✓ El procedimiento de igual. Consiste en buscar visualmente, por comparación, exactamente el mismo color que se quiere de determinar (carta de colores).
- ✓ El procedimiento de tres campos. Obtiene el código colorimétrico por medición fotométrica.
- ✓ El procedimiento espectral. El código colorimétrico resulta por remisión espectral, en pasos de 5 ó 10 nm, a través de toda la amplitud del espectro visible, obteniéndose una curva de remisión con la que se calcula después el código colorimétrico.

Valor de pH

La industria cárnica recurre muy fuertemente a la determinación del valor de pH, ya que éste influye, por ejemplo, en la maduración de la carne, los defectos, la capacidad de retención de agua, la conservación, la adición de aditivos, etc. Su medición se efectúa mediante colorimetría, electrometría, potenciómetro y electrodo de punción.^{30,44,45}

Es importante tomar en cuenta que en la industria cárnica el material a analizarse es poco homogéneo y que las distintas fracciones (carne, grasa, tejido conectivo y sustancias añadidas) presentan valores de pH distintos; por ésta razón es necesario saber el lugar donde se va a tomar la medición.^{30,44}

Desde el punto de vista tecnológico, existen dos tipos de carnes con valores de pH anormales, las PBE con un pH por debajo de lo normal que poseen un aspecto acuoso y una tonalidad clara. Estas carnes poseen muy mala capacidad de retención de agua, por lo cual no debe destinarse a la elaboración de embutidos escaldados. El otro tipo, las carnes OFS poseen un pH por encima de los valores normales y presentan una mejor capacidad de retención de agua, pero son muy susceptibles al ataque microbiano.^{27,30,44,50}

A continuación se mencionan los valores de pH habituales para algunos productos cárnicos:

PRODUCTO	pH
Paté de hígado	6.0
Jamón cocido	6.2
Chorizo	5.1
Jamón curado	6.0
Mortadela	6.3
Salchichas	6.2
Morongas	7.1



6. MÉTODOS SENSORIALES

Los métodos organolépticos se basan exclusivamente en la experiencia individual del examinador en la tabla 37 se muestran características del examinador. La sensación sensorial es el único factor que determina el resultado del análisis. Un resultado obtenido así puede llegar a ser muy exacto, pero forzosamente es subjetivo. ^{44,45}

En los últimos decenios se han desarrollado, a partir de los métodos organolépticos, los métodos sensoriales, que han dado lugar a una rama independiente de la ciencia. En los sensoriales se tienen en cuenta la exactitud y la seguridad de los resultados obtenidos mediante los órganos de los sentidos, pero además se aplican técnicas reconocidas de examen y se les concede una gran importancia a la cuidadosa preparación, al desarrollo y a la valoración del examen organoléptico, lo que permite obtener resultados objetivizados. ^{44,45,50}

Tabla 37
Métodos Sensoriales

Examinador	Descripción del examinador	Condiciones de examen
Profanos*1	Personas que no han sido instruidas para la actividad examinadora: consumidores.	1. Recibir, acoger 2. Reconocer, integrar 3. Comparar, clasificar 4. Memorizar, conservar 5. Describir, reproducir 6. Valorar, Calificar
Profanos instruidos*2	Personas que han sido iniciadas en la actividad examinadora: grupos de test en empresas comerciales.	
Examinadores*3	Personas instruidas para la actividad examinadora: controladores en los centros de fabricación.	
Expertos*4	Personas con una gran experiencia sensorial y tecnológica muy habituadas a la actividad examinadora.	
Catadores*5	Personas que dominan la teoría y la práctica de los métodos sensoriales.	

* Condiciones de examen: Los examinadores realizan el examen individual o en grupo, con o sin intercambio de opiniones. Del informe que redacten se puede deducir las condiciones bajo las que se realizó el examen.

Las sensaciones sensoriales:

- Percepciones olfatorias.
- Percepciones gustatorias.
- Percepciones hepáticas.



Métodos de análisis sensorial:

La analítica sensorial aplica determinados métodos para alcanzar los objetivos marcados: ^{30,45}

Examen descriptivo: se describen características aisladas o la impresión general atendiendo a unos determinados estándares sensoriales. Este método permite comprobar los factores que influyen sobre los procesos de elaboración, almacenamiento y preparación de los alimentos.

Examen evaluativo: se lleva a cabo una valoración de acuerdo a una graduación fijada, estas escalas se aplican a las propiedades específicas del producto o a los conceptos cualitativos generales. Este método se aplica para evaluar la calidad, para valorar los procedimientos tecnológicos, para la concesión de premios, etc.

Análisis del perfil: describe las características del producto atendiendo al orden de presentación y al grado de intensidad. Este método analítico se emplea fundamentalmente en los procesos de desarrollo de los productos y en el establecimiento de los esquemas de valoración.

Examen hedonístico: sirve para comprobar la aceptación de un producto y se emplea por lo tanto fundamentalmente en las investigaciones de mercado y en los test de consumidores.

Examen de sensibilidad: es éste se miden las diferencias de intensidad que presenta la característica analizada.

Examen diferencial por parejas de muestras: ó Duo Test, consiste en analizar una o más parejas de muestras.

Examen triangular: consiste en analizar las muestras por grupos de tres. Cada grupo de tres está formado por dos muestras iguales y una diferente, dispuestas en un orden variable.

Examen de jerarquización: consiste en clasificar una serie de muestras según la intensidad de una o varias características.

Examen de distanciamiento: consiste en expresar sobre una escala la diferencia de intensidad que presentan las muestras con respecto a una muestra control.



Consejos prácticos

Los exámenes sensoriales no dependen, generalmente, del sexo, del nivel de formación ni del grado de inteligencia. El hecho constatado de que el ser humano está percibiendo continuamente sensaciones sensoriales da pie a creer erróneamente que cualquier persona puede realizar un examen sensorial. Tampoco se debe equiparar la experiencia profesional con la aptitud para realizar exámenes sensoriales. Sin embargo, el estado de salud, el bienestar y los estados fisiológicos de hambre, saciedad y sensación de sed, sí que influyen sobre la capacidad de percepción de los estímulos sensoriales. La forma física también puede influir sobre la capacidad de percepción de los estímulos sensoriales. La capacidad de percepción se puede incrementar mediante un entrenamiento adecuado, este entrenamiento debe ir dirigido en especial a mejorar la capacidad de concentración, la diferenciación consciente de las sensaciones sápidas y la capacidad de desdoblarse una sensación global de sus componentes. La selección y formación del personal examinador debe hacerse, por tanto con gran meticulosidad.

El número de personas necesario para realizar los exámenes sensoriales suele ser, para casi todos los métodos, de al menos 5 examinadores formados, 8-25 profanos instruidos en la materia o más de 80 personas sin instrucción. Para los exámenes de sensibilidad suelen ser suficientes 5-15 profanos sin instrucción, dependiendo de las circunstancias.

Se debe tener un especial cuidado en la toma de muestras, el local de examinación, los aparatos y los materiales auxiliares, la preparación y la presentación de las muestras, la información de que disponen los examinadores en cuanto a los objetivos del examen y la aplicación correcta de las técnicas de examen.

Se debe de cumplir con ciertos requisitos para llevar a cabo la elaboración de una prueba: en especial hay que evitar cualquier distracción de los examinadores y asegurarse de que la preparación de las muestras y la realización del examen no se realizan en el mismo lugar, cada examinador debe disponer de un espacio suficiente sin tener a nadie enfrente, el local debe carecer de colores y estar bien iluminado. Las muestras se codifican al azar y se examinan en la forma en que se consumen. Cada examinador debe recibir su propio grupo de muestras. El examen no debe efectuarse inmediatamente antes de cada comida ni de haber fumado. Para neutralizar las muestras se puede tomar pan blanco, agua carbonatada neutral o agua mineral entre las degustaciones.



Todo ello hace que los exámenes sensoriales sean procedimientos muy caros, que generalmente no se pueden realizar diariamente en la industria. En su lugar se emplean los métodos organolépticos, en los cuales el tecnólogo con experiencia traduce la sensación percibida directamente al resultado, a la valoración.

La elección del método depende del objetivo del examen, pudiéndose combinaren determinadas circunstancias varios métodos.

En la práctica diaria de las industrias elaboradas de productos alimenticios se aplica cada vez más el examen sensorial de valoración mediante escala. Este examen consiste en valorar varias características relevantes del producto, lo que permite valorarlo en su totalidad.



DISCUSIÓN

Análisis Químico Proximal (AQP)

El análisis químico proximal (AQP) es la suma de los componentes de un alimento que debe ser del 100% (+/- 5%), y que como su nombre lo indica da la composición de un producto. La determinación cuantitativa de estas fracciones nos permite ordenar la materia prima (cruda) ya sea por tipo de transformación, la elaboración de productos conforme a las normas internas o generales de calidad y la clasificación por categorías de los productos terminados. Por lo que es de gran ayuda la determinación de cada componente. ^{16,18,19,30,36,40,43.}

Proteínas

Las proteínas son el componente más importante de la carne y de los productos cárnicos, por el valor nutrimental que aportan. ³⁰

La determinación del contenido de proteínas de la carne y los productos cárnicos se realiza a partir de la cuantificación del contenido de nitrógeno total, al cual se aplica un factor de conversión para transformar los resultados a porcentaje de proteína total. ^{30,33}

El método oficial para la determinación de proteínas en carne y productos cárnicos es el método Kjeldhal, porque aún sigue siendo la técnica más confiable para la determinación de nitrógeno orgánico. ^{16,19,30,33}

El método Kjeldhal ha sufrido diversas modificaciones a través del tiempo en cuanto al tamaño de muestra a utilizar durante la determinación, de aquí se deriva el uso de los métodos macroKjeldhal y microKjeldhal. ¹⁹

En la tabla 29 se puede observar que éste método se aplica a todos los productos cárnicos ya que está aprobado por las distintas organizaciones internacionales.

Para medir la calidad de la carne fresca podemos utilizar el método de nitrógeno volátil total que se encuentra incluido en la tabla 29, mediante el cual se puede encontrar la cantidad de proteína que aún



está en buen estado, valorando la calidad de la carne fresca, se relaciona con la descomposición de las proteínas y se considera aceptable en la carne de res cuando no excede de $19.7 \text{ m}^3\text{N}/100 \text{ g}$.^{32,43} Por ejemplo se puede utilizar en cortes de carne para la venta al detalle, hamburguesas, croquetas, nuggets, ya que se relaciona con la descomposición de las proteínas.^{30,45}

Este método puede ser utilizado por la empresa como método de determinación rutinario para verificar la calidad de la materia prima que recibe.

Se debe de asegurar que la proteína que se está midiendo no provenga de la adición de nitrógeno de otras fuentes que no sea el que se encuentra en la carne.

Se puede suponer la adición de soya, leche en polvo, almidones, etc. los cuales al estar en mayor porcentaje se tratará de una adulteración, y su determinación se menciona en la tabla 31 así como sus métodos para determinarla.

Grasa

Con el objeto de garantizar un contenido máximo de grasa en los diferentes productos cárnicos y asegurar una calidad uniforme, en la norma correspondiente se asigna a la fracción de grasa un valor máximo con lo cual se pretende evitar la adición excesiva de ésta en lugar de tejido muscular, ya que al tener un menor costo que la carne magra, su adición excesiva resulta atractiva por su rentabilidad.³⁰

Los constituyentes grasos de los alimentos son diversas sustancias lipídicas. El contenido de grasa (algunas veces llamado extracto etéreo, grasa neutra o grasa cruda), puede determinarse cuantitativamente por extracción de un disolvente lipófilo.³⁰

Existen varios métodos para la determinación de grasa en la carne y productos cárnicos, en la tabla 29 se observa que el método oficial es Soxhlet y es utilizado para todos los productos cárnicos, su eficiencia depende del tratamiento previo de la muestra y de la elección del disolvente. Aunque en la AOAC, para la carne permite usar indistintamente éter etílico o éter de petróleo, pero ciertas especificaciones como la que se refiere a las salchichas de cerdo exigen en cambio practicar la extracción con éter de petróleo. La única



desventaja de éste método es la utilización de cantidades considerables de disolvente.^{16,19,30,33}

Algunos autores de análisis de alimentos utilizan el método de Wickroski para la determinación de grasa en carne y producto cárnicos, pero este es muy parecido al Soxhlet, el cual es una extracción intermitente con solvente durante aproximadamente 4 horas, donde la muestra previamente desecada se coloca en un cartucho de extracción con una porosidad que permita un rápido flujo del éter.¹⁶

Pettinati y Swift (1977) reportaron un estudio de la determinación de grasa en productos cárnicos usando técnicas de Foss-let, encontró que el método Foss-let muestra una precisión equivalente a la del método oficial en la AOAC, y que es más rápido (7-10 min), aunque el penetrante olor del tricloroetileno es una desventaja de éste método.³⁰

El uso del método Werner-Schmid se recomienda para productos con mayor cantidad de grasa como por ejemplo longaniza, chorizo, salami, tocino, etc. y ante todo para su aplicación en productos donde la grasa puede estar ligada.

Del mismo modo se puede observar en la tabla 29 que existen determinaciones rápidas de grasa, como por ejemplo el método de extracción rápida con solvente en microondas, para los productos cárnicos, también el procedimiento "Infra-tester", el cual es rápido y poco costoso para calcular el contenido de grasa en la carne de res, existe también el método gravimétrico. El uso de estas técnicas es muy útil a nivel industrial, sin embargo para su análisis con valor oficial, se recurre a las técnicas tradicionales.^{19,30}

El método de Hobart es también un método rápido más moderno que utiliza un calentador de rayos infrarrojos, la lectura se obtiene en 15 minutos, el dispositivo está diseñado para determinar el contenido de grasa de carne de vacuno picada, la precisión del resultado es de 1%, su uso no está generalizado para otros derivados de la carne.¹⁶

Humedad

El agua se encuentra en la carne en una proporción del 60 al 72%, aunque este contenido puede variar en función de la cantidad de grasa presente.³³



En la carne existe una relación que se puede mencionar como constante entre el contenido de humedad y de proteínas, cuando la cantidad de proteínas aumenta o disminuye, el contenido de humedad evoluciona de la misma forma, dicha relación es de 3.6:1 (agua:proteína:grasa). Sin embargo el contenido de grasa del alimento varía de tal forma que la relación puede ser en forma inversa.³³

El agua es uno de los principales ingredientes utilizados en la industria cárnica, cumpliendo funciones tan diversas como la solución y la dispersión de los aditivos, contribuyendo a la formación de emulsiones y la extracción de proteínas durante los procesos de elaboración. En algunas circunstancias se incorpora un exceso de agua a las formulaciones con fines fraudulentos, lo cual constituye un engaño al consumidor y debe ser controlado.^{30,33}

El contenido de humedad en estos productos es de gran importancia, su determinación es muy difícil, ya que la mayoría de los alimentos son mezclas heterogéneas. Existen muchos métodos para la determinación del contenido de humedad y se obtienen diferentes resultados.^{16,30}

El método oficial para la determinación de humedad en la carne y productos cárnicos es la utilización de estufa a 100°C de 2 a 5 horas, en el cual el porcentaje de humedad se obtiene a partir de la pérdida de peso debida a la evaporación del agua, pero depende de factores como el tamaño de la partícula, el peso de la muestra, las variaciones de la temperatura, así como la composición de alimento.^{16,19,30,33}

En la tabla 29 se puede observar que este método por ser oficial se aplica a todos los productos cárnicos. A su vez también se puede observar que existen otros métodos para hacer dicha determinación, por ejemplo estufa de vacío (17ª edición, método 950.46) en el cual las carnes con un contenido alto en grasa deben deshidratarse a 70°C. Ocasionalmente se utilizan estufas de aire forzado para acortar el tiempo de deshidratación hasta peso constante, la AOAC utiliza también este método para la determinación de la carne (10ª edición, método 23.003).^{16,19,30,43}

Existen también métodos para efectuar determinaciones rápidas de humedad en forma aproximada usando hornos especiales que operan a temperaturas elevadas, otros contienen lámparas infrarrojas para secado e incorporan lecturas directas de peso aproximado, los hornos de microondas también se usan para determinaciones rápidas de humedad. Estos métodos especiales pueden ser utilizados en laboratorios, durante



el proceso de fabricación de los alimentos, en los cuales no se disponga del tiempo necesario para la aplicación de la técnica oficial.^{19,30}

Además el residuo deshidratado de las determinaciones de agua se puede utilizar para la determinación de grasa (extracto etéreo).¹⁶

Cenizas

La carne contiene todas las sustancias minerales necesarias para el sustento del organismo humano, pero las de mayor importancia desde el punto de vista nutrimental, son el hierro, el zinc y el fosfato.³³

Las cenizas están constituidas por sales inorgánicas (fosfatos, carbonatos, cloruros, sulfatos, nitritos) y sales de ácidos orgánicos, es decir los elementos minerales del alimento así como aquellas sustancias inorgánicas que se hallan adicionado para enriquecerlo o adulterarlo.^{30,33}

Un punto importante es saber que la cantidad de minerales encontrados no suele corresponder exactamente a la composición mineral originalmente presente en el producto cármico debido a que a las temperaturas de calcinación se producen cambios químicos en algunos casos constituyentes. Así por ejemplo, las sales metálicas de los ácidos orgánicos se convierten en óxidos o reaccionan durante la incineración para fosfato, sulfatos, haluros y, además pueden producirse pérdidas por volatilización de otros compuestos como los halógenos y el azufre.^{33,62}

El valor de las cenizas se puede considerar como una medida general de calidad, y es un criterio útil en la identificación de la autenticación de un producto, si el valor es elevado sugiere la presencia de un adulterante inorgánico (ISO 936 para la carne y productos cármicos).^{16,30}

El método oficial para la determinación de cenizas es el método general o Kiemm, que al igual que el método de Kjeldhal ha sufrido un sin número de variaciones, por lo que se puede encontrar diferencias en cuanto a la temperatura y tiempo que debe esperarse, además de que factores ambientales, el tipo de producto dará una variación con respecto a otro, también se debe tomar en cuenta que el color de las cenizas depende de ello, por lo que se puede encontrar diversos colores en las cenizas de acuerdo al tipo de producto cármico que se trate.^{16,19,30,33}



Se sospecha la adición de fosfatos cuando el contenido de cenizas libres de sal es elevado, aunque debemos tener precaución con este diagnóstico, además que actualmente existe un método de resonancia magnética para la identificación en los productos de carne.³⁰

ADITIVOS (ADULTERACIONES)

Como se menciona en la parte que corresponde a los análisis de los aditivos, existen diversas formas de clasificarlos, en esta misma sección se dan algunas de las definiciones, debido a ello es difícil LA identificación de gran parte de los aditivos que se encuentran presentes en la carne y los productos cármicos, si ha esto aunamos los avances tecnológicos cada día existe una mayor cantidad de aditivos no permitidos que no se identifica mediante los análisis rutinarios, pero lo que debe quedar muy claro es que un aditivo jamás deben ser empleado para enmascarar las malas prácticas de manufactura o alimentos de que sean de mala calidad pues podrían causar un daño a la salud. Tampoco deben emplearse en niveles por arriba de los permitidos por el organismo regulatorio correspondiente (en México el Sector Salud), pues entonces se consideraran como adulterantes. Y deben de cubrir un objetivo específico.^{30,62}

La **seguridad** de los aditivos, se establece en el laboratorio adicionando a las dietas concentraciones que rebasan por mucho las concentraciones que se emplearían en el humano, estableciendo la Ingesta Diaria Permitida (IDA), dosis que se calcula en base a la centésima parte de la concentración que provocó la mínima alteración de la especie animal en estudio, comúnmente ratas de laboratorio y se da en base al peso corporal.^{16,18,30,40}

Solo se mencionarán los aditivos más comunes en la industria cármica, así como la importancia que tiene su determinación.

Proteínas

Los productos proteicos aislados a partir de fuentes vegetales como la soya, algas marinas, almidones, féculas, caseínas etc, pueden emplearse por sus propiedades funcionales como extensores para la carne o para reemplazarla. Existen diversos reportes sobre nuevas proteínas, donde se describen las tecnologías del proceso de frijol de soya y otros minerales vegetales ricos en proteína que incluyen las características, composición y uso de harinas, productos aislados y



texturizados como extensores para la carne y análogos de ella. Los hidrolizados proteicos también se utilizan como ingredientes saborizantes en muchos productos cárnicos.^{30,43}

En vista de las diversas proteínas que se emplean como análogos de la carne y extensores, la determinación analítica de las proteínas extrañas en productos de la carne es un poco compleja. Las partículas de gran tamaño de proteína texturizada en productos cárnicos se puede detectar organolépticamente, pero es más difícil cuantificarlas, y cuando se emplean en los productos sólidos, la determinación organoléptica se dificulta. Los métodos de análisis que se utilizan para la identificación pueden dividirse en cinco categorías: microscopía, serología, electroforesis, análisis de aminoácidos, y péptidos y métodos indirectos.³⁰

Para el caso específico de productos proteicos no cárnicos se permite en algunos países y para ciertos productos con fines funcionales hasta un 2%, en caso de usar mayores concentraciones se debe mencionar en la etiqueta una referencia con respecto al uso de la proteína no cárnica y se diga de donde proviene. Es importante resaltar que los reglamentos actuales en México no mencionan de manera específica las nuevas proteínas, ni tampoco se hace mención sobre su control, ni tampoco se toman en cuenta para las normas de etiquetado.^{30,37}

En los productos cárnicos, las principales proteínas que se usan son: soya, leche en polvo, caseínas, colágeno, lactosa y almidón, todas ellas de acuerdo al tipo de producto que se trate. Servirán con fines funcionales, sea para mejorar textura, crear una emulsión, mejorar el sabor, potenciar el color, etc.³⁰

La soya es utilizada en la industria como sustituto de proteínas de origen animal en la elaboración de productos cárnicos. Al incorporarlas se aprovecha su alto valor nutritivo, su alta digestibilidad y sus excelentes propiedades funcionales. Las tres presentaciones en las cuales la industria puede disponer de soya para la elaboración de sus productos son: harina, concentrado y aislado. La estimación de la proteína de soya presenta una confusión al determinarla ya que existen diversos ingredientes en el producto.³⁰

La adición de soya a los productos cárnicos debe ser informada al consumidor a través de la etiquetas que el fabricante coloca en los productos. El no cumplimiento de ésta norma enmascara el origen de



una parte del contenido proteico y constituyendo un fraude al consumidor.^{16,30}

En la tabla 31 se muestran dos métodos para la determinación de la soya: la determinación de harina de soya que se realiza en productos embutidos como las salchichas y no debe de sobrepasar un 3.5%, además nos sirve para hacer las correcciones del porcentaje de proteína cuando se calcula la cantidad de agua añadida, no hay que perder de vista este método que es solo cualitativo. El método cuantitativo se realiza cuando se encuentran resultados anómalos. El otro método es para determinar proteína de soya mediante la inmunoabsorción con su correspondiente antígeno, cabe mencionar que este método es económico, y es relativamente sencillo cuando se tienen los anticuerpos necesarios. La presencia de soya puede ser cuantificada por electroforesis, mediante la determinación de una proteína presente en la soya con un PM de 7 Kd ausente de las proteínas de las carnes de res, cerdo, pavo y pollo.^{30,37}

El almidón es un agente espesante y gelificante de naturaleza glucosídica y de origen vegetal, que se incorpora a los productos cárnicos como aditivo por las propiedades funcionales que ofrece. La inestabilidad de ciertos almidones en medio ácido, a temperaturas elevadas limitan sus aplicaciones en la tecnología alimentaria. Sin embargo con modificaciones apropiadas (físicas, químicas) se evita ésta inestabilidad. En la actualidad los hidrocoloides que están teniendo más aceptación son los almidones modificados por su funcionalidad y facilidad en que son incorporados a la formulación. La norma solo permite la adición de 10% de almidón solo o combinado, las técnicas que se utilizan para su determinación son determinación de harina de almidón, almidón en carne, entre otros.^{14,16,30}

En el caso de las proteínas de leche y leche en polvo que se mencionan en la tabla 31, éstas se han utilizado en embutidos como en las salchichas en un porcentaje que no debe rebasar el 3%, y éste se detecta por un incremento de cenizas libres de sal, algunas otras proteínas derivadas de la leche que se emplean en la industria cárnica se determinan mediante métodos de electroforesis.³⁰

Uno de los procedimientos que permiten determinar leche en polvo que contenga el embutido se basa en la determinación del contenido de lactosa y su multiplicación por el factor adecuado. Para distinguir la lactosa del resto de los azúcares que pueden hallarse presentes suele bastar con el método de lactosa en carne (17ª edición,



método 927.07 de AOAC). Pueden emplearse métodos enzimáticos, HPLC y otros.^{19,30}

Existen otras proteínas animales que se han empleado en mayor porcentaje como es el caso de colágeno, en la tabla 31 se determina la fracción de tejido conjuntivo (huesos y pellejos) presentes en un producto cárnico como en las salchichas. Con la determinación de hidroxiprolina se calcula el contenido de colágeno en los productos cárnicos (ISO 3496), y hay varios métodos para determinarla, por ejemplo, también está la determinación fotométrica de hidroxiprolina.^{16,30}

En México quien se encarga de regular los porcentajes adicionales de proteína que contienen productos como las salchichas, pates, mortadelas, pastel de carne, y embutidos es la norma NOM-122-SSA1-1994 en donde podremos encontrar los porcentajes permitidos que se manejan.

Grasa

Como se menciona en la anteriormente cuando se habla de grasa se pretende evitar la adición excesiva de ésta en lugar de tejido muscular, en la norma se menciona el porcentaje indicado de la misma

Contaminantes

En contraste con los residuos que provienen del uso deliberado de los aditivos debido a razones tecnológicas, la presencia de contaminantes o sustancias indeseables en los alimentos se puede deber a la probabilidad de un accidente o una situación generalizada originada por el uso de un método en particular de proceso o una situación de almacenamiento y distribución del alimento. Desde el punto de vista del analista de alimentos, el término de elemento traza se refiere a elementos inorgánicos, en su mayoría metales, los cuales pueden estar presentes en los alimentos muy por debajo de 50 mg/Kg y que tienen algún significado toxicológico o nutricional. Los elementos no nutrimentales incluyen el aluminio, el cromo, el níquel, el estaño, el plomo, el cadmio, mercurio, selenio, entre otros, de los cuales se sabe que tienen efectos perniciosos aún cuando la dieta contenga menos de 10-50 mg/kg.^{16,19,30,43}



Los análisis de rutina descritos en la tabla 31 están principalmente relacionados con los elementos para los cuales se han prescrito o recomendado límites en forma oficial en las normas, en el caso de los productos cárnicos se encuentran el plomo y el cadmio, que se mencionan en la norma NOM-122-SSA1-1994.

Colorantes

Se ha reconocido que la apariencia de un producto tiene una importante función en la aceptación del consumidor de los alimentos procesados. Con el objeto de estandarizar la apariencia se emplean colorantes, en varios alimentos no se permite la adición de éstos, por ejemplo, la carne cruda, aves y pescado. El uso de colorante básico violeta de metilo se permite para marcar carne cruda. Sin embargo existen algunos colorantes utilizados para realzar el color de algunos productos cárnicos como por ejemplo en ciertos embutidos, hamburguesas, etc.³⁰

Hay algunos métodos generales para su identificación señalados en la tabla 31, como cromatografía en columna, HPLC, métodos espectrofotométrico, métodos gravimétricos, cualitativos, entre otros.

Se han dado casos en los que los vendedores han intentado disimular la presencia de una cantidad excesiva de grasa en sus hamburguesas añadiéndoles sangre, cuyo color rojo tiende a enmascarar el color blanco de las partículas de grasa. Por tanto existen métodos señalados en la tabla 31 para determinar la adición de sangre a hamburguesas donde el porcentaje de sangre añadido no sea inferior al 1%.^{19,30,36}

Conservadores

Cuando se va a analizar un alimento que contiene conservadores desconocidos se puede adoptar un procedimiento cromatográfico. Tjan y Konter (1972) y Ramaja y Makela (1973) han descrito técnicas de sondeo basadas en sistemas CCF (cromatografía en capa fina). Cuando se conoce la naturaleza de los conservadores, se pueden adoptar procedimientos específicos, y las técnicas pueden ser revisadas en la AOAC. El uso creciente de las técnicas de HPLC se ha reflejado en el desarrollo de procedimientos de multicomponentes para una variedad de conservadores por ejemplo: ácido benzoico, hidroxibenzoatos, ácido sórbico, entre otros.^{19,30,43}



Estabilizantes

Cuando se comenzaron a usar los agentes estabilizadores y los agentes emulsificantes por primera vez eran pocos, y los que se usaban eran sustancias naturales, en especial gomas, o sustancias sintéticas de constitución sencilla. Sin embargo, el proceso en la síntesis química ha extraído la variedad de productos disponibles con características apropiadas para su aplicación en productos específicos.³⁰

Antioxidantes

Los antioxidantes se adicionan a la grasa y los aceites para retrasar el ataque de la rancidez oxidativa, la cual es la principal causa de deterioro en alimentos con un contenido de grasa elevado.³⁰

El ácido ascórbico se emplea en la fabricación de embutidos ahumados para acelerar y asegurar el desarrollo de color, y en la industria se sustituye por el ácido eritrórbico, por ser más barato, se añade para aumentar su vida útil. Su adición está prohibida en carne fresca. La norma NOM-122-SSA1-1994 solo permite la adición de 0.05% de ácido ascórbico como máximo para productos como: las salchichas, patés, mortadelas, pastel de carne, y embutidos.^{30,62}

Cantidad de carne

Los productos de carne tienen requerimientos de etiquetado definidos en términos del contenido de carne con información secundaria respecto al contenido de la carne magra, grasa y otros ingredientes que contengan proteína, entre otros. Por lo general los productos cárnicos deben llevar una etiqueta que indique el porcentaje mínimo de carne que se ha empleado para su fabricación. Los productos con un contenido inferior al 10% de carne pueden etiquetarse con el contenido real o indicando que contienen "menos del 10% de carne". Cualquier producto que haya perdido agua por cocción o durante su procesamiento debe llevar una etiqueta que indique que contiene "no menos del 100% de carne".^{30,43}

Desde el punto de vista de la fabricación, el contenido mínimo prescrito ayuda a controlar la calidad de los productos cuando se verifica la formulación.



Existen diferentes métodos para determinar el contenido de carne en los productos cárnicos, entre los más importantes están los siguientes:

El método Stubbs y More se emplea con leves modificaciones para calcular el contenido de carne de los productos cárnicos. Este método se basa en calcular la carne libre de grasa a partir del contenido de nitrógeno total, y se aplican correcciones para las aportaciones de cualquier relleno de cereal o de otro material nitrogenado presente. Cuando no se efectúa la corrección o se hace una corrección incompleta para otros ingredientes no cárnicos que contienen nitrógeno, se puede decir que los cálculos de Stubbs y More dan el contenido de carne "aparente" libre de grasa o total. El uso de factores de nitrógeno para calcular el contenido de carne son el resultado de numerosos análisis y tienen una variabilidad considerable debido a la naturaleza de la materia prima, y en algunos casos se propone tentativamente los valores de N_F .^{16,30,33,43,44}

Se han propuesto procedimientos para estimar el contenido de carne muscular, que se basan en el cálculo de los constituyentes nitrogenados no proteico o en la solubilidad diferencial de las proteínas. Dahl (1963) y Gunther (1969) estudiaron el contenido de creatinina total como índice del contenido de carne. Esta técnica se menciona en la tabla 31.^{16,30}

La calidad de los productos de carne también se valora por la calidad de la carne que se utiliza, y uno de los criterios más importantes al respecto, la dureza, depende de la cantidad de tejido conectivo en los cortes que se utilizan. La hidroxiprolina está presente en gran cantidad en el colágeno, la proteína principal de la piel y el tejido conectivo, pero solo en cantidades limitadas en la proteína muscular. Stegeman y Stadler (1967) describieron un procedimiento colorimétrico muy utilizado para determinar el colágeno en carne, y Arneth (1974) describió una versión automatizada de la técnica, ambas técnicas se pueden observar en la tabla 31 para la determinación de colágeno e hidroxiprolina, y con esto determinar el contenido de carne.^{30,43}

El extracto de carne se ha empleado durante años para impartir sabor a los alimentos. Tradicionalmente, es un subproducto de la fabricación de cecina (corned beef) y una porción significativa de extracto.³⁰



Un extracto de carne es el producto que se obtiene extrayendo carne fresca con agua a ebullición y concentrando el líquido por evaporación después de retirar la grasa. Contiene por lo menos 75% de sólidos totales, de los cuales no más del 27% son cenizas y no más del 12% son cloruro de sodio. La grasa no debe exceder al 0.6% y el nitrógeno no debe ser inferior al 8%. Los compuestos nitrogenados deben tener no menos del 40% en base a carne y no menos del 10% de creatina y creatinina.^{30,36,43.}

Para fines comerciales, la calidad del extracto de carne en general se valora por el contenido de creatina total, que de referencia debe exceder al 10% en base seca.⁴³

La calidad del extracto de carne se valora con el contenido de creatina total.³⁰

Los métodos recomendados son determinación agua, cenizas, cloruros, nitrógeno total, creatina total y creatinina, son suficiente para asegurar su calidad, si se quiere más detalle de los extractos de carne en particular para detectar adulterante u otros ingredientes puede ser necesario determinar fosfatos, grasa, nitrógeno soluble, almidón, perfiles electroforéticos, etc.^{30,43}

AGUA

Es importante declarar en las etiquetas la presencia de agua adicional que se ha agregado a un producto cárnico, ya sea cuando se ha añadido a productos que tiene la apariencia de cortes, rebanadas, articulaciones, de carne cruda, cocinada, curada, entre otras. De lo contrario se estarán infringiendo las normas de etiquetado, y por consecuencia podría suponerse como un engaño al consumidor.

El método que se menciona en la tabla 31 se debe de llevar a cabo para cumplir con las normas de etiquetado y no se debe de rebasar ésta cantidad en los productos embutidos, en caso de rebasar un 5% debe agregarse en la lista de embutidos que rebasan, como jamón tocino y otros productos curados.³⁰

CENIZAS

Las cenizas están constituidas por los elementos minerales del alimento así como aquellas sustancias inorgánicas que se hallan



adicionado para enriquecerlo o adulterarlo, por tanto es importante su determinación para evitar que se encuentren por arriba de los niveles marcados en las normas correspondientes para cada tipo de producto cárnico. ^{16,30,31,36}

Tanto los nitratos como los nitritos son agentes conservadores minerales que se utilizan en la industria cárnica como aditivos, siendo regulado en México por las normas oficiales NOM-145-SSA1-1995 y NOM-122-SSA-1997, y en el Codex se regula su uso en la norma Codex STAN 98-1981

Las sales sódicas y potásicas de los nitratos y de los nitritos se utilizan comúnmente en el curado de la carne por su participación en: la formación y estabilización del color, el desarrollo de las características organolépticas, la inhibición del crecimiento de los microorganismos (*Clostridium Botulinum*). ^{16,30,36,43,47.}

Una vez incorporados a los alimentos los nitratos son reducidos, por acción de las bacterias (micrococos), a nitritos los cuales constituyen la forma activa de estos compuestos. ^{30,46}

Los nitritos formados a partir de los nitratos o incorporados en forma directa a la carne, al encontrarse en un medio ácido y reductor se transforma en óxido nítrico. En la carne curada este compuesto reacciona con los grupos hemo de la mioglobina para dar nitrosomioglobina, que es el pigmento responsable del típico color rosa de los embutidos. ^{11,30}

En la tabla 31 se mencionan diferentes métodos para determinar nitritos y nitratos, los espectrofotométricos para nitratos se basan en la nitración de compuestos aromáticos en presencia de ácido sulfúrico, tienen a dar resultados erráticos, aunque en método oficial que es el método del xilenol se basa también en la nitración éste, además se encuentran los métodos colorimétricos. Los métodos polarográficos se usan poco en análisis de rutina, y los métodos electroquímicos son apropiados para determinaciones rápidas de rutina. ^{30,43}

Cuando se encuentre un aumento en los cloruros puede indicar una contaminación del producto cárnico, éstos se pueden determinar mediante el método de Volhard que es el método oficial, aunque se han hecho estudios y el método del potenciómetro del Codex para los productos cárnicos dió resultados consistentes mientras que el método de Volhard resultó impreciso a concentraciones menores al 1%. ³⁰



El sulfito es un aditivo que suele utilizarse en los alimentos por sus propiedades conservantes, pero en los productos cárnicos no está permitida su utilización debido a que puede enmascarar el color putrefacto de los mismos, pues confiere un color rojo y una apariencia que simulan los de la carne fresca. Debido a esta prohibición solo es necesaria una prueba cualitativa que permita determinar si se encuentra o no presente. Por otra parte su uso como aditivo está restringido por las reacciones alérgicas por parte de algunos consumidores, su presencia debe reportarse, si su uso es mayor a 10 ppm. A ésta concentración el uso de sulfitos no tienen funcionalidad en relación a la conservación de alimentos.^{30,62}

Los fosfatos son aditivos que se incorporan a los productos cárnicos con el fin de mejorar las propiedades tecnológicas durante la elaboración. Y una de sus propiedades mas importantes es su capacidad de retención de agua y la solubilidad de las proteínas, especialmente las miofibrilares.⁶²

Por sus propiedades funcionales de retención de agua, su adición está restringida en muchos países y se puede detectar química o cromatográficamente ya que estos dan una mayor capacidad emulsificante y una menor pérdida de grasa al cocerse. En la tabla 31 se tienen dos métodos para su determinación, el método de fósforo en carne y el método automático.³⁰ En México la norma NOM-122-SSA1-1994 permite una suma no mayor a 0.5% expresados como P_2O_5

Acidulante

La glucono-d-lactona se utiliza en la industria cárnica como aditivo, regulado en México por las normas oficiales NOM-145-SSA1-1995 y NOM-122-SSA-1997, y en el Codex se regula su uso en la norma Codex STAN 98-1981

La ISO 4133 recomiendan un procedimiento enzimático al ultravioleta que se encuentra disponible como un estuche de Boehringer Mannheim.^{30,36}



MICROBIOLOGIA

Debido a que la carne es fuente de nutrimentos, los microorganismos pueden estar presentes ya sea en la carne o en alguno de los productos cárnicos, y causar algún tipo de intoxicación, sea por el microorganismo o por la formación de toxinas.^{31,37,46}

Por lo que se puede dividir en dos los problemas causados por los microorganismos:

1. Alteraciones que se presentan en la carne
2. Intoxicaciones alimentarias

Una de las alteraciones que puede sufrir la carne es cuando la carne no es apta para ser consumida, los microorganismos que se pueden encontrar provienen del exterior, ya sea del tubo digestivo, utensilios, transporte y equipo que se utiliza son la fuente mayor de contaminación.

Estas alteraciones van a provocar que el valor de la carne y productos cárnicos disminuya o sea vea afectada en algún grado, ya que no solo va a afectar el precio, si no también las características propias de la carne y que se buscan para su transformación, siendo esto el motivo principal de adulteración, la alteración puede llegar al grado de descomponer la carne siendo necesario el desecharla convirtiéndose en merma.

En cuanto a las Intoxicaciones alimentarias sobra decir que la carne puede ser transmisora de enfermedades, y en algunos casos si no se tratan a tiempo pueden ser mortales para el hombre, en México la deficiente calidad sanitaria de los productos que se expenden en la vía pública provoca una elevada tasa de mortalidad, siendo las más comunes la intoxicación por *Salmonella*, *St fecalis*.

Por éstas razones la detección de microorganismos patógenos es necesaria en las muestras que pueden estar contaminadas, ya sea de alteraciones en la carne, o que se sospeche que esta contaminada con algún microorganismo que pueda causar una intoxicación alimentaria. Por ello se hace necesario el conocer las pruebas con la cuales se puede hacer un diagnóstico y detección de la presencia de algunos de estos microorganismos.



IDENTIDAD

Tras retirar la carne del esqueleto, eliminando huesos, y sometiéndola a proceso, las características anatómicas de la carne se enmascaran, y es cada vez más difícil que el consumidor reconozca la especie mediante una valoración organoléptica normal.^{2,30}

La identificación de la especie animal utilizada para elaborar un producto cárnico, responde a la necesidad legal de confirmar que la materia prima declarada por el productor, es la que realmente se ha utilizado para su elaboración.²

Además del cumplimiento de una norma legal, con el fin de resguardar la lealtad comercial, este control es importante para asegurar la inexistencia de determinadas especies animales (por ejemplo cerdo) en productos cárnicos con restricciones a su consumo por motivos religiosos (musulmanes y judíos).³⁰

El problema de reconocer la especie es más difícil a medida que el producto está más procesado o se mezcla con otros ingredientes, en especial cuando los ingredientes adicionales son ricos en proteínas.^{2,30}

Patterson (1984) describió un análisis mejorado de inmunoabsorbencia ligado a enzimas (ELISA) para la detección de carne de res, oveja, caballo, canguro, cerdo, camello, búfalo y cabra. El límite de detección del 1% constituye una identificación positiva de especies muy relacionadas en mezclas de carne sin procesar.³⁰

En la actualidad se dispone de un estuche ELISA para la detección de carne de res, de puerco y de aves de corral en productos cocidos. Y se ha desarrollado un antisuero contra proteínas insoluble de fibra muscular de carnero para detectar y determinar el contenido de carne que proviene del músculo de carnero en carne molida de res.^{2,30}

Sin embargo se han escrito varios textos de utilidad sobre la electroforesis, inmunolectroforesis, ensayo inmunológico, exámenes histológicos, entre otras, para determinar la procedencia de la carne utilizada en la elaboración de cierto productos cárnicos.²

En la tabla 35 y 36 se indican algunos métodos para la identificación de las especies más importantes en la fabricación de productos cárnicos.



FISICOS

La carne y los productos cárnicos son una fuente adecuada para la colonización de microorganismos. El pH de éstos productos constituye uno de los factores limitantes para ese crecimiento, impidiendo el desarrollo de algunos microorganismos patógenos y favoreciendo el de otros que poseen importancia tecnológica, por ejemplo en las fermentaciones.^{30,33,44}

El valor del pH puede darnos una idea de la calidad microbiológica y de las características fisicoquímicas del alimento constituyendo, además, un importante parámetro a medir en el control de los procesos tecnológicos de fabricación de los productos cárnicos.⁴⁴

La capacidad de retención de agua (CRA) se define como la aptitud que tiene la carne para retener el agua, tanto propia como añadida, durante la aplicación de fuerzas externas tales como el corte, el calentamiento, la trituración y el prensado.^{30,44}

Muchas de las propiedades físicas de la carne como el color, la textura y la firmeza (carne cruda), así como la jugosidad y la suavidad (carne procesada), dependen en gran parte de CRA. Esta propiedad es particularmente importante en los productos picados o molidos, en los cuales se ha perdido la integridad de la fibra muscular y por lo tanto no existe una retención fija del agua. Los factores más importantes que afectan a la CRA son el pH y el medio iónico. Cuando el pH es similar al punto isoelectrico de las proteína (aprox. 5.1), éstas están muy próximas entre sí ya que no existen fuerzas de repulsión entre ellas. Esto provoca la formación de una estructura cerrada que determina la falta de espacio para albergar la moléculas de agua y reduce su capacidad hidrofílica al mínimo. Por el contrario, a medida que el pH de las proteínas se aleja del valor correspondiente al punto isoelectrico la CRA se incrementa.^{30,33,44}

SENSORIALES

Es inútil el examen visual de una pieza de carne para determinar su categoría, a menos que sea efectuado por un experto. Tanto se trata de una pieza entera como de carne picada debe, sin embargo, anotarse el color y el olor de la muestra.^{30,43}

Si la carne es de bovino y la grasa es amarilla, la carne procede de un animal viejo o de una vaca lechera que ha sido sometida a una dieta



rica en carotenos; un color amarillo muy intenso de la grasa hace sospechar que se trate de carne de caballo.³⁰

Si es una carne picada aparecen tanto la porción muscular como la grasa de color rojo uniforme, debe sospecharse la adición de sangre.³⁷

La carne de los animales viejos tiene un olor mas intenso que la de los mas jóvenes; el olor de la carne de animales machos adultos puede ser amoniacal o a "ciervo".^{30,36}

Estos olores de las carne crudas pueden transferirse a las carne cocinadas e incluso pueden acentuarse en ellas durante el tratamiento térmico. Cuando éstos olores se dan en carne picada suelen originar quejas de que se encuentra alterada y es necesario someterlas a un examen que permita diferenciar esos olores de los propios de la descomposición de la carne. Es probable, sin embargo que cualquier tipo de olor sea suficiente para declararla no apta para el consumo humano.³⁰

COMERCIALIZACIÓN EN MÉXICO

En México, la comercialización de la carne y los productos cármicos, presentan un panorama difícil, como podemos observar en el diagrama 1, en este se muestran los pasos de la comercialización desde que el ganado es transportado hasta llegar al consumidor como carne fresca o como producto cármico, los pasos que se siguen hasta que se entrega el producto son muy complicados, ya que en él intervienen muchos factores que de alguna manera pueden alterar la calidad final de la materia prima o productos cármicos, antes de que lleguen al consumidor final.^{26,57,58,59}

De manera especial se puede mencionar que uno de los factores que puede afectar de sobremanera la calidad de la carne es la cadena de frío que representa el mayor riesgo en el caso de la carne y los productos cármicos, ya que en México no se cuenta con el equipo y la tecnología necesarios para que se lleve a cabo en las mejores condiciones. La carne debe de mantenerse bajo un estricto control de temperatura, en este caso bajo refrigeración, desde que abandona el matadero, hasta que llega a manos del consumidor final, esto debe incluir a los proveedores que llevan a un centro comercial, (pequeño o grande), cuando se expende y cuando finalmente el consumidor lo almacena en casa (en su refrigerador). Por todo lo mencionado a lo largo de este trabajo en este trayecto si no se cumple con la cadena del frío la carne y los productos cármicos pueden sufrir alteraciones de diversa



índole, ya sea por microorganismos, cambios de color, la exudación, etc, todos en conjunto disminuyen no solo el valor comercial, sino también el valor nutrimental que ésta tiene. ^{26 57 58}

Esto puede ser debido a que no se cuenta con los contenedores adecuados, o porque el personal no está capacitado para llevar acabo ésta tarea, o por el contrario trata de sacar provecho mediante el uso indebido del equipo, la calidad de la carne y los productos cárnicos se verá afectada significativamente. ^{26 57 58}

Otro de los problemas importantes en el mercado nacional, es el intermediarismo existente, el intermediario ha sido y será una práctica de lo más común en el mercado mexicano, siendo desde luego un gran obstáculo para el desarrollo de la industria cárnica en México, el precio al cual adquieren de los productores de carne no tiene nada que ver con el precio final al cual adquiere el consumidor común y corriente, en muchos de los casos obtendrá una ganancia de hasta el 200%, sacrificando siempre al productor que deja de obtener ganancias con tal de colocar su producto, y al consumidor final quien obtienen un producto sobrevaluado. ^{26 57 58}

La gama de productos que se pueden obtener a partir de la carne es inmensa, esto da como resultado una Industria Cárnica de grandes dimensiones, solo por mencionar algunas ramas que pueden surgir de ella, la Industria de los embutidos, la carne que se vende al detalle, los subproductos que se ofrecen a otros Industrias como la farmacéutica y la de cosméticos, algunos de los subproductos se muestran en la tabla 8-9 en donde se muestran los subproducto comestibles y no comestibles que se pueden obtener a partir de la carne todos ellos son de gran importancia para la economía nacional. ^{26 57 58}

Otro grave problema al que se enfrenta la industria de la carne y los productos cárnicos es la de la producción ganadera nacional, se puede observar en la tabla 11 de importaciones y exportaciones que se reporta por parte de SAGAR para el año 1998, la importación de ganado en México aumentó un 58%, también se observa que la demanda nacional ha aumentado, siendo incapaz la producción nacional de cubrir la demanda nacional del producto esto indica que en México se tiene un déficit que se ha venido arrastrando por varios años. La carne que se consume en el mercado nacional en su mayoría es de importación, la demanda del mercado nacional es mayor y con la producción nacional no se alcanza a cubrir, siendo esto un problema a nivel nacional, aunado a todo esto se encuentran los fenómenos naturales que han afectado al norte del país que es donde se produce la mayor cantidad de animales



en pie, donde desde hace un par de años el clima no les ha sido satisfactorio y en la temporada de calor los animales mueren por inanición y sed perdiéndose grandes cantidades de cabezas de ganado vacuno. ^{26,56,57,58}

En la tabla 10 se observa como la producción de ganado de diferentes especies (ganado vacuno, porcino y aviar) ha evolucionado al pasar los años, en todas ellas ha habido un aumento con respecto a los años anteriores, sin llegar a pesar de aumentar a igualar la demanda nacional.

No debemos dejar a un lado el hecho de que la infraestructura con la que cuenta nuestro país limita en muchos casos el transporte de la carne y los productos cárnicos, pues la mayoría de las ocasiones las carreteras están en mal estado contribuyendo a que se rompa con la cadena de frío, pues se hace un estimado del tiempo de viaje pero si por alguna razón y debido a las malas condiciones de las carreteras se retrasa el viaje afectara la calidad de la carne o producto cárnico que se transporte. ^{26,56,57,58}



CONCLUSIÓN

El contar con un manual de análisis de carne y productos cárnicos facilitará la tarea en todos aquellos interesados en las técnicas que se utilizan para las diversas y variadas determinaciones, usadas para la carne y productos cárnicos.

La determinación del AQP es fundamental para conocer de una manera general a la carne o producto cárnico de que se trate, es indispensable el conocer cuales son los análisis oficiales que se manejan en la norma, sea nacional o internacional, en el caso particular de México, se abarcan en las siguientes normas:

NOM-122-SSA1-1994

NOM-145-SSA1-1995

NOM-122-SSA1-1997

Codex STAN 98-1981

Las técnicas oficiales son las siguientes:

Proteínas	Método Kjeldhal
Grasa	Método de Soxhlet
Humedad	Método de estufa 100°C
Cenizas	Método General

Cabe mencionar que la adición de aditivos es un tema delicado, ya que hay gran cantidad de ellos que se encuentran prohibidos en la carne y productos cárnicos, y que solo unos cuantos están permitidos, es muy difícil su identificación, además de esto se debe estar seguro que los aditivos que se utilizan son mas seguros para el consumidor, también nos proporciona un parámetro importante sobre la calidad del producto, sobre todo en los productos cárnicos, al igual que en AQP las normas se deben seguir para cumplir con la normatividad.

Debido a que la carne es fuente excelente de nutrimentos es el caldo de cultivo ideal para que los microorganismos se desarrollen, y por lo tanto puedan causar:

- ✓ Alteración
- ✓ Intoxicación alimentaria



Es de gran importancia el asegurar la inocuidad del alimento que será expendido y consumido.

En el caso específico que se sospeche de la identidad de la carne contenida en un producto cárnico, se hace necesario el identificar legalmente la especie que se trate, para asegurar que se trata de la especie indicada en la etiqueta, además de evidenciar la falta de ética por parte de quien elabora este producto cárnico.

También se pueden aplicar algunos otros exámenes o determinaciones a la carne y productos cárnicos, como lo son los físicos y los sensoriales.

A continuación se presentan los principales factores que afectan la frescura, para que se tome como referencia al recibir la materia prima, (carne fresca).

ÍNDICE DE FRESCURA

- ✓ Nitrógeno volátil
- ✓ Retención de agua
- ✓ Color, olor
- ✓ Textura

En el presente trabajo se muestran los más importantes, incluyendo desde luego las determinaciones oficiales, de acuerdo a las necesidades particulares que se tenga en cada caso se podrá hacer uso de aquellos que resulten rápidos y confiables.

Los métodos de análisis elegidos deben contar con un grado confiable de veracidad para ser tomados en cuenta y ser utilizados con la mayor confianza para evaluar las características propias con que se debe contar la carne y productos cárnicos.

Así mismo la elaboración del presente manual nos da la capacidad de poder determinar en cada producto los diferentes tipos de análisis que se deben llevar a cabo según lo que se persiga.

En todos los casos se hace mención de cuál es la técnica oficial y cuales son una alternativa según los intereses que se persigan.



BIBLIOGRAFÍA

- 1) Agenjo Cecilia César, Enciclopedia de la Carne, Editorial Espasa-Calpe, Madrid, 1967, 1086 pp.
- 2) Ashurst P. R., Dennis M. J., Analytical methods of food authentication, Blackie academic & professional, first edition, 1998, London, PP 350
- 3) Badui Dergal Salvador, Química De Los Alimentos, 3º Edición, Editorial Alhambra 1993, 644 pp.
- 4) Compaire Fernández Carlos, Tecnología De La Carne Y Productos Cárnicos, Editorial Acribia, Zaragoza España 1991, 300 pp.
- 5) Cheftel J. C., Introducción A La Bioquímica Y Tecnología De Alimentos, Editorial Acribia, Zaragoza España, 1976, Vol. 1, 333 pp.
- 6) Desrosier Norman.W., Elementos De Tecnología De Alimentos, Décima Primera Impresión, Avi Publishing Company Inc. , México 1996, 784 pp.
- 7) Ensuring Safe Food. from Production to Consumption, Committee to Ensure Safe Food from Production to Consumption. Institute of Medicine National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C. 1998.
- 8) Esain Escobar Jaime, Tecnología Práctica De La Carne, Editorial Acribia, Zaragoza España 1973, 329 pp.
- 9) Food Irradiation Now (Proceedings of a Symposium Hieel in the Netherlands) 21, october 1981.
- 10) Forrest John C, Fundamentos De Ciencia De La Carne, 1ª Edición En Español, Editorial Acribia Zaragoza España 1983 361 pp.
- 11) Fraizer W. C., Microbiología De Alimentos, Editorial Acribia, Zaragoza España, 1976, 512 Pp.
- 12) Garduño Alejandro, Panorama 1999 de la Industria Alimentaria en México, en Lácteos y cárnicos mexicanos, Vol. 14, Num. 5, Octubre-Noviembre 1999.
- 13) Gerard Frank, Meat, Gran Bretaña, Ed. Wayland, 1980.
- 14) Harrigan Wilkie F. Laboratory Methods In Food Microbiology, Third Edition, Academic Press, 1998 pp 532.
- 15) Harrison's Principles of Internal Medicine, Section 4- Infection Disease, 14th Edition CD_Rom 1998 Mc Graw Hill.
- 16) Hart F. L., Fisher H. J., Análisis Moderno de los Alimentos, Editorial Acribia, 1991, Segunda reimpresión, 620 pp.
- 17) Hashim I.B, Consumer Attitudes Toward Irradiated Poultry en Food Technology , Vol 1, March 1996.
- 18) Herbert O. Günther. Métodos modernos de análisis químico de carnes y productos cárnicos. Ed. Acribia Zaragoza España, 1973



- 19) Horwitz William, Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th Edition, Vol 2
- 20) http://www.meat.nsw.gov.au/haccp/devel_haccp.htm.
- 21) http://www.meat.nsw.gov.au/haccp/manual_contents.htm
- 22) http://www.meat.nsw.gov.au/haccp/step_1.htm
- 23) http://www.meat.nsw.gov.au/haccp/step_2to3.htm
- 24) http://www.meat.nsw.gov.au/haccp/step_4to5.htm.
- 25) http://www.meat.nsw.gov.au/haccp/step_6to7.htm.
- 26) Información económica pecuaria no. 7, confederación nacional ganadera, cifras a diciembre de 1997, impresión abril 1998.
- 27) International Commission on Microbiological Specificatin for Foods, Ecología Microbiana de los Alimentos, Vol. 2, Editorial Acribia, 1984, 989 pp.
- 28) Irradiación de Alimentos (memoria del Seminario Nacional Realizado en México D.F) Nov. 1990
- 29) Jimenez B. Eugenia, Implementación de HACCP, 1era parte, en Lácteos y cárnicos mexicanos, Vol. 14, Num. 3, Junio-Julio 1999.
- 30) Kirk R, Sawyer R., Egan H., Composición Y Análisis De Alimentos De Pearson, Segunda Edición, México 1996, Compañía Editorial Continental, CECSA, 777 pp.
- 31) Koniecko Edward, Handbook of meat analysis, 2nd Edition, Avery Publishing Group Inc., United State of America, 1985
- 32) Lawrie R. A., Meat Science, 3º Edición, Pergamon Press 1998, 451 pp.
- 33) López M. G., Valdés S., Factores que afectan en el crecimiento microbiano en las carnes y productos cárnicos, Lácteos y cárnicos mexicanos, Enero-febrero 2001,
- 34) Madrid Vicente A. Tecnología De Los Productos Cárnicos, Editorial Madrid, Madrid 1982, 133 pp.
- 35) Martínez Correa Silvia, José Luis, Aspectos Básicos De Nutrición, Segunda Edición, Editorial Limusa, Grupo Noriega Editores, México, 1992, 79 pp.
- 36) Matissek, Schnepel, Steiner, Análisis de los alimentos, editorial acribia, 2ª edición, 1998.
- 37) Moreno B., Microorganismos en los alimentos, Editorial Acribia, Segunda edición, Zaragoza España 1989.
- 38) Murano Elsa. A, Irradiation of Fresh Meat de Food Technology, Vol 49, num. 12, December 1995
- 39) Nickerson John, Microbiología de los alimentos y sus procesos de elaboración, Editorial Acribia, Zaragoza España, 1978
- 40) Paltrinieri Gaetano, Elaboración De Productos Cárnicos, Manuales Para La Educación Agropecuaria, Editorial Acribia, México 1982
- 41) Paltrinieri Gaetano, Obtención De Carne, Manuales Para La Educación Agropecuaria, Editorial Acribia, México 1981



- 42) Panel Proceeding Series, Combination Processes for food irradiation, Printed by the IAEA In Austria, August 1998 (International Atomic Energy Agency)
- 43) Pearson D., The chemical analysis of foods, Churchill Livingstone, Edinburg London, 1976
- 44) Pérez Álvarez José Angel, Dagón Moreno Ma. Jesús, Gago Gago Ma. Asunción, Manual de prácticas cárnicas, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España
- 45) Prändl Oskar, Fischer Albert, Schmidhofer Thomas, Tecnología e Higiene de la Carne, Editorial Acribia, Zaragoza España, 1994
- 46) Price James I. y S. Schweigert, Ciencia De La Carne Y De Los Productos Cárnicos, 2º Edición, Editorial Acribia, Zaragoza España, 1994, 581 pp.
- 47) Price James I. y S. Schweigert, Ciencia De La Carne Y De Los Productos Cárnicos, 1º Edición, Editorial Acribia, Zaragoza España, 1976, 678 pp.
- 48) Programa de Reforma de Salud 1995-2000, Gobierno Federal.
- 49) Pszczola D. Irradiated Poultry Makes U.S. Debut in Midwest and Florida Markets, Food Technology, Vol 6, November 1993
- 50) Ranken M.D., Manual De Industria De Los Alimentos, Segunda Edición, Editorial Acribia S.A. Zaragoza España, 1988, 672 pp.
- 51) Rivera Reyes Angela, ¿Qué es calidad en la Industria de Alimentos?, en Tecnología de Alimentos,
- 52) Sagar, centro de estadística agropecuaria, anuario estadístico de producción pecuaria de los estados unidos mexicanos, 1997, impresión agosto 1998.
- 53) Salazar Torres Alonso, Sistemas de Garantía de Calidad, en Tecnología de Alimentos, Vol. 34, Num. 8, Agosto de 1999.
- 54) Santini Ninfa, Es urgente la aplicación de la normatividad en todas las instalaciones de matanza y rastros de país. en Lácteos y cárnicos mexicanos, Vol. 14, Num. 5, Octubre-Noviembre 1999.
- 55) Sarti Elsa, La Teniasis y Cisticercosis por Taenia Solium en Salud Pública de México, Vol 39, Mayo-Junio 1997.
- 56) Satín Morton , la Irradiación de los alimentos , Editorial Acribia, Zaragoza España, 2000
- 57) Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Programa Integral de Desarrollo Tecnológico para la Calidad Alimentaria-1999, Memorias sobre Inocuidad Alimentaria.
- 58) Situación actual y perspectiva de la producción de carne de bovino en México 1990-1998.
- 59) Situación actual y perspectiva de la producción de carne de pollo en México 1990-1998.
- 60) Situación actual y perspectiva de la producción de carne de porcino en México 1990-1998.



- 61) Tórriz Osorno Joaquín, Criterios y Procedimientos para Elaboración de Normas, De Tecnología de Alimentos, Vol. 35, Núm. 02, Febrero de 2000.
- 62) Ulrich Gerhardt, Aditivos e Ingredientes, editorial Acribia, Zaragoza España, pp 145
- 63) Varnam A. H., Carne Y Productos Cárnicos, Editorial Acribia, Zaragoza España 1998, 423 pp.
- 64) Walter M. Urbain, Food Irradiation (Food science and technology), Academic Press, Inc., Orlando, Florida, 1986.