

MANUAL DE INDUSTRIAS DE LA CARNE

M.D. Ranken



AMV EDICIONES



MUNDI-PRENSA

Copyrighted material

MANUAL DE INDUSTRIAS DE LA CARNE

AUTOR: M.D. RANKEN (CONSULTOR EN TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS)

TRADUCTORES: DR. MANUEL RODRÍGUEZ REBOLLO
(PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID)

JAVIER MADRID CENZANO
(LICENCIADO EN FARMACIA)

PRIMERA EDICIÓN

AÑO 2003



AMV EDICIONES



MUNDI-PRENSA

This One



PR2K-A3H-CQYE

LIMITED MATERIAL

MANUAL DE INDUSTRIAS DE LA CARNE

AUTOR: M. D. RANKEN (CONSULTOR EN TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS)

PRIMERA EDICIÓN
AÑO 2003

ESTE LIBRO ES UNA TRADUCCIÓN AUTORIZADA DE LA OBRA **HANDBOOK OF MEAT PRODUCT TECHNOLOGY**, DEL AUTOR M.D. RANKEN, DE LA EDITORIAL **BLACKWELL SCIENCE**, DE LONDRES. ISBN: 0-632-05377-1. AÑO 2000.

Figura de la portada por cortesía de TETRA PAK.



AMV EDICIONES

A. MADRID VICENTE, EDICIONES
Calle Almansa, 94 - 28040 Madrid (España)
Teléfono: 91 533 69 26. Fax: 91 553 02 86
Internet: www.amvediciones.com



MUNDI-PRENSA

EDICIONES MUNDI-PRENSA
Calle Castelló, 37. 28001 Madrid (España)
Teléfono: 91 436 37 00. Fax: 91 575 39 98
e-mail: libreria@mundiprensa.es
Internet: www.mundiprensa.com

IMPRIME: IRAGRA, S.A.
ISBN (AMV EDICIONES): 84-89922-93-4
ISBN (MUNDI-PRENSA): 84-8476-152-5
DEPÓSITO LEGAL: M-44035-2003

QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE LIBRO

ÍNDICE DEL LIBRO:

MANUAL DE INDUSTRIAS DE LA CARNE

Prólogo y agradecimientos9

**PRIMERA PARTE: PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA
INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CARNE11**

CAPÍTULO 1 LA CARNE Y SUS CARACTERÍSTICAS13

Fuentes.- Ganado.- Vaca, ternera, vacuno joven.- Cerdos, cerdos de bacon, cerdos pesados, razas continentales, verracos.- Ovino.- Caprino.- Aves: pollos, pavos y otras especies.- Piezas industrializables.- Carnes nobles y menos nobles.- Razones para la elaboración de los productos cárnicos.- Componentes de la carne y sus propiedades.- Carne magra.- Cambios *post mortem*: efectos relacionados con el pH, efectos relacionados con el *rigor mortis*.- Carne recuperada mecánicamente (CRM) o carne separada mecánicamente (CSM).- Carne de cabeza.- Grasa.- Estructura de los tejidos grasos.- Composición y propiedades de los lípidos.- Dureza y blandura de los tejidos grasos.- Tejido conectivo.- Dureza.- Despojos.- Propiedades.

CAPÍTULO 2 ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS ...34

Introducción.- Retención de humedad: capacidad de retención de agua (CRA) y capacidad de unión de agua (CUA).- Contenido en agua de la carne.- Medida de la retención de humedad en los productos cárnicos: por goteo, por prensado, por centrifugación.- Pérdidas de agua por cocción en los productos cárnicos.- Efectos del pH de la carne en la elaboración de productos cárnicos.- Efectos de la adición de agua, sales y fosfatos.- La sal en la carne y en los productos cárnicos.- Los fosfatos en los productos cárnicos.- Efectos de la adición de agua, sal y fosfatos.- Formas de adición de la sal y de los fosfatos.- Penetración y distribución del agua y de las sales en los productos cárnicos.- Retención de la grasa.- Perdidas por cocción del tejido graso.- Efectos de la división.- Efectos del calentamiento en la elaboración de productos cárnicos.- Unión de la grasa libre.- emulsiones preformadas.- Emulsiones cárnicas.- Grasas en pastas de carne y en patés.- Tejido conectivo.- Ligazón de la carne.- Medida de la ligazón.- Formación de exudado.- Malaxado y golpeo.- Exudado de la carne y ligazón de la grasa.- Semejanzas y diferencias entre las carnes.- Ayudas a la ligazón.- Elaboración conjunta de la carne magra, de la grasa y del tejido conectivo.

CAPÍTULO 3 EL CURADO DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS ...57

Introducción.- Principios generales de la conservación de la carne.- Efectos de los principales ingredientes empleados en el curado.- Sal: acción conservadora, efectos microbiológicos selectivos producidos por las salmueras, sabor y olor, ligazón del agua y de la carne, contenido de agua y actividad acuosa.- Nitritos: acción conservadora, problemas especiales del nitrito, toxicidad.- Sal nitratada.- Nitrosaminas.- Nitrito y formación del color curado en el producto cárnico.- Nitrato.- Ascorbato y eritorbato.- Fosfatos: acción conservadora, ligazón del agua.- Efectos del calor en la elaboración de productos cárnicos.- El ahumado de los productos cárnicos.- Influencia de las temperaturas de almacenamiento en la calidad de los productos cárnicos.

CAPÍTULO 4 EL COLOR, SABOR Y AROMA DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS66

Teoría del color.- Iridiscencia.- Pigmentos cárnicos: química, estructura de la mioglobina, color de la mioglobina.- Los colores de la carne.- Color de la carne fresca: química, factores que afectan al color de la carne fresca.- influencia de la concentración de oxígeno sobre el envasado de la carne fresca.- Envases al vacío.- Envases que contienen oxígeno.- Efectos microbiológicos.- Temperatura de la carne y de los productos cárnicos envasados.- Carne envasada y mantenida bajo la acción del frío.- Condiciones de congelación de la carne.- Condiciones de almacenamiento de la carne.- Carne descongelada.- El pH de la carne.- La luz y el color de la carne.- Agentes reductores.- Dióxido de azufre.- Agentes oxidantes.- Los metales y el color de la carne.- Color de la carne cocida (no curada): química, pardeamiento prematuro, colores rojos o rosados.- Color de la carne curada (cocida y no cocida): química.- Factores que afectan al color de la carne curada: nitrito, nitrato.- Agentes reductores.- Formación del color en productos crudos y cocidos.- Estabilidad del color en productos crudos y cocidos.- El aire y el color.- La luz.- La temperatura.- El pH.- Colorantes añadidos.- Simulación del color de la carne no curada.- Simulación del color de la carne curada.- Problemas varios del color: dobles tonalidades, cebollas, alternativas al nitrito.- Sabor y olor de los productos cárnicos.- Alteración.- Sabores desarrollados durante los procesos de elaboración.- Sabores añadidos.

CAPÍTULO 5 MICROBIOLOGÍA DE LA CARNE Y DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS85

Introducción.- Conceptos básicos de microbiología.- El crecimiento microbiano en la carne y en los productos cárnicos.- Efecto de la acidez (pH).- La humedad y el crecimiento de mohos.- Crecimiento microbiano no deseado durante los procesos de elaboración.- Aplicaciones útiles del crecimiento microbiano.- Embutidos fermentados.- Control y destrucción de microbios. Productos conservadores.- Interacciones de los conservadores.- Procesos térmicos.- Sistemas de envasado.- Envasado al vacío.- Envasado en atmósfera modificada.- Envasado activo.- Enlatado.- Infecciones e intoxicaciones alimenticias.- Formas de evitar la contaminación microbiana en la carne y en los productos cárnicos.

**CAPÍTULO 6 REFRIGERACIÓN Y CONGELACIÓN DE LA CARNE
Y DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS 97**

Definiciones.- Medida de la temperatura.- Efectos de la congelación: efectos microbiológicos, efectos químicos, efectos físicos, quemaduras de congelación, .- Efectos de la congelación y de la descongelación sobre las propiedades de las carnes: color, pérdidas, vida de almacenamiento.- Manejo de la cadena de frío.- Refrigeradores.- Refrigerantes.- Congeladores.- Tipos de congeladores.- Almacenes para productos congelados.- Iluminación.- Transporte del producto congelado.- Descongelación.- Recongelación.

**CAPÍTULO 7 COCCIÓN DE LA CARNE Y DE LOS PRODUCTOS
CÁRNICOS 111**

Introducción.- Ventajas de la cocción.- Efectos secundarios de la cocción.- Cambios que ocurren durante la cocción.- Pérdidas por cocción (de agua y de grasa).- Cambios cuando la cocción es por encima de 100 °C.- Cambios de sabor y olor.- Zona de peligro microbiano.- Condiciones prácticas de cocción.- Ahumado de la carne y de los productos cárnico.- Enlatado e industrialización por el calor.- Enlatado aséptico.- Esterilización en bolsas flexibles.

SEGUNDA PARTE: PRODUCTOS CÁRNICOS 123

**CAPÍTULO 8 PRODUCTOS CÁRNICOS DIVIDIDOS (hamburguesas,
salchichas, patés, embutidos, etc.) 125**

Introducción.- Procedimientos de división.- Troceadoras rotatorias.- Troceadoras de bloques (guillotinas).- Cortadoras amasadoras de tambor rotatorio.- Cortadoras amasadoras de tambor estacionario.- Picado.- Molido.- Carne recuperada mecánicamente (CRM).- Mezcla con otros ingredientes.- Productos cárnico.- Hamburguesas, albóndigas, carnes reestructuradas.- Fabricación de hamburguesas.- Carne reestructurada.- Pastas estructuradas.- Piensos.- Embutidos. Embutidos frescos.- Embutidos de emulsión.- Embutidos frescos fermentados.- Elaboración de los embutidos frescos.- Tripas: naturales y artificiales.- Embutir y ligar.- Reventones de embutidos.- Embutidos cocidos: hendiduras, pérdidas por cocción, sabor, color y olor.- Embutidos de emulsión.- Salchichas Frankfurt: elaboración.- Embutidos desecados y fermentados.- Productos cárnico untables.- Embutidos a base de hígado.- Patés, tarrinas.- Pasta de carne, carne untable.- Carne conservada en tarros.- Problemas en los productos untables.- Vida de almacenamiento.- Efectos del proceso térmico.

CAPÍTULO 9 CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS CURADOS ..155

Procesos de curado.- Inyección.- máquinas multiagujas.- Inyección manual.- Inyección arterial.- Curado por inmersión en tanques.- Curado en seco.- Malaxado, golpeo.- Ahumado.- Productos.- Bacon.- Jamón.- Jamón crudo.- Tocino.- Procedimiento Wiltshire.- Salmueras.- Maduración.- Procedimientos de curado simplificados y rápidos.- Salmueras frescas.- Inyección de salmuera sin inmersión.- Envasado del bacon.- Pasteurización.- Bacon congelado.- Producción de jamón cocido.- Composición de los productos acabados.- Jamones secos curados.- Lenguas.- Carnes en conserva (enlatadas) (*Luncheon meats*): proceso de elaboración.- Embutidos secos y fermentados.- *Corned beef* (carne conservada con sal gorda).

CAPÍTULO 10 PRODUCTOS CÁRNICOS DIVERSOS 174

Carnes picadas y preparados de carne.- Carnes inyectadas.- Carne (incluyendo la de aves) con rellenos.- Carnes enlatadas.- Productos rebozados y empanados.- Empanadas de carne.- Elaboración.- Relleno de empanadas.- Productos elaborados con recortes, despojos, etc.- Morcillas.- Andouillette.- Rollitos, croquetas, etc. Pudding blanco.- Sándwiches, platos preparados, etc.

CAPÍTULO 11 CONTROLES DE FABRICACIÓN, COMERCIALES Y LEGALES 190

Controles de fabricación.- Buenas prácticas de fabricación (BPF).- Códigos de prácticas.- Códigos de prácticas de la industria de la carne.- Códigos de prácticas de la industria alimentaria.- Condiciones sanitarias de producción y comercialización de carnes frescas, productos cárnicos y otros determinados productos de origen animal.- Controles comerciales.- Control de costes y recetas.- Controles ejercidos por los clientes minoristas.- Controles legales.- La normativa alimentaria en la Unión Europea.- La normativa alimentaria en España.- Consideraciones analíticas.- Estimación del contenido en carne.- Tejido conectivo.- Control del contenido en agua.- Identificación de las especies de carne.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA 200

PRÓLOGO

Los técnicos y profesionales del sector cárnico deben tener unos conocimientos sólidos de la materia prima que manipulan y de los equipos y procesos utilizados para la transformación de la carne en embutidos, jamones, patés, conservas, etc.

En esta obra se estudia la carne, su composición, valor nutritivo, características organolépticas (color, aroma, etc.), microbiología, refrigeración, congelación, salazón, cocción y curado, de forma que tanto el técnico como el distribuidor conozcan el producto que manipulan.

También se incluye en este libro el estudio de una gran cantidad de derivados de la carne y sus fórmulas de preparación, así como buenas prácticas de fabricación, normativa legal aplicable al sector cárnico, etc.

El **MANUAL DE INDUSTRIAS DE LA CARNE** es una excelente obra de consulta para todos los implicados en el sector de producción y distribución de la carne y de los productos cárnicos.

NOTA

En ocasiones se hace referencia en el texto a máquinas determinadas, ingredientes, etc., proporcionando los nombres de los fabricantes o marcas de los cuales el autor tiene conocimiento o experiencia. En ningún caso tales referencias por su nombre comercial a un material, ingrediente, máquina o procedimiento implican un aval para el producto nombrado sobre algún producto semejante.

M.D. Ranken

Reconocimientos

Debo expresar mi profunda gratitud a Leatherhead Food Research Association por todas las oportunidades que tuve cuando estuve allí desde 1970 hasta 1984, para formular las ideas y descubrir la información sobre las que se basa este manual. A la vez incluyo efusivas gracias a mis colegas del Meat and Fish Products Laboratory por sus contribuciones al trabajo y pensamientos que forjamos conjuntamente. Aquellos primeros colegas incluyen, particularmente, Percy Barnet, Dr Gar Evans, Mats Henriques, Anne Manning (luego Anne Lewin), Gilbert Oliphant, Dr Sue Valentine (luego Sue Richards) y el fallecido Dr. John Word.

Me han influido mucho dos libros que son trabajos básicos en este campo: *Sausage and Small Goods Production* de Frank Gerrard y las sucesivas ediciones de *Meat Science* de Ralston Lawrie. Les estoy muy agradecido por todo lo que me han enseñado.

Las figuras 9.1 y 9.2 son del *Food Industries Manual*, 25^a edición, con permiso de los editores. La figura 1.4 está reproducida del *Food Standards Committee Report on Meat Products 1980*, con permiso del Controller de The Stationary Office, Londres. La Figura 8.1 está reproducida por permiso de Urschel International Ltd, Leicester. La Figura 8.4 es por permiso de DMV bv, Veghel, Países Bajos.

También debo expresar mi agradecimiento a un número de personas ahora más intimamente asociadas con la industria de productos cárnicos que me han dado generosamente su tiempo y conocimiento para comprobar que la información aquí proporcionada es exacta y actualizada: Profesor Keith Anderson, Universidad de North London; Profesor Joe Buckley, University College, Cork; Dr Ron Kill, Micron Laboratories; Profesor David Ledwart, Reading University Mr Fred mallion, Worshipful Company of Butchers; Profesor Geoff Mead, Royal Veterinary College; Mr Michael Nightingale y Mr Nick Church, Fibrisol Ltd ; Dr Robert Shaw, Campden y Chorleywood Food Research Association; Dr. Tom Toomey, Ventress Technical Services Ltd; y Dr. Jean-Luc Vendeuvre, Centre Techique de la salaison, Charcuterie et Conservation de la Viande, Maisons Alfort, Francia.

Finalmente, a todas las demás personas que han contribuido con material e ideas a este manual, mis disculpas por no mencionarlas expresamente y muchas gracias.

PRIMERA PARTE

PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CARNE

CAPÍTULO I LA CARNE Y SUS CARACTERÍSTICAS

Según la legislación vigente en la Unión Europea, la *carne* se define como todas las partes aptas para el consumo humano de animales domésticos de las especies bovina, porcina, ovina y caprina, así como de solípedos domésticos (el caballo, por ejemplo). Y como *carnes frescas* se consideran aquellas que no hayan sufrido ningún tratamiento más que el frío (incluidas las envasadas al vacío o en atmósfera controlada), con el fin de asegurar su conservación.

FUENTES

Las principales fuentes de elaboración de las carnes son las siguientes:

Vaca

La "carne de vaca" procede de animales al final de su periodo útil de producción de leche, normalmente de una edad de 5-8 años en el momento del sacrificio, cuando el rendimiento lácteo comienza a disminuir.

En España, la legislación referente a la comercialización de carnes de vacuno distingue los siguientes casos:

Carne de ternero: Es la carne procedente de animales que han cumplido el año de vida.

Carne de añojo: Procedente de animal macho o hembra con más de doce meses de edad y que su arcada dentaria conserve al menos una pala de leche.

Carne de vacuno menor: Procedente de macho o hembra con las palas permanentes en su arcada dentaria y que conserve al menos un extremo de leche.

Carne de vacuno mayor: Procedente de machos o hembras cuya arcada dentaria no presenta ninguna pieza de leche.

Se ha de observar que las disposiciones del Reino Unido y de otros países de la Unión Europea respecto al control de edad, como consecuencia de crisis provocada por las "Encefalopatías Espongiformes Transmisibles" (EET) prohíben la utilización de vacuno de más de 30 meses de edad.

En cuanto a las razas de ganado vacuno, se distinguen:

Razas para producción de carne.

Razas para producción lechera

Razas de doble aptitud.

Son muchas las razas de ganado vacuno existentes en el mundo, y sus nombres varían de unas zonas a otras. Entre dichas razas podemos citar: Holstein, Frisona, Parda, Jersey, Hereford, Charolesa, Rubia Gallega, Pirineica, Asturiana, etc.

Ternera

La producción de leche es una secuela del parto; los terneros machos y muchas de las hembras son un exceso para los requerimientos del nuevo vacuno de leche. El exceso proporciona carne de terneras que crecen hasta los 3-4 meses de edad.

Vacuno joven

Son los machos crecidos hasta los pesos de producción de carne (450 kg de peso vivo o más); habitualmente no están disponibles para la elaboración, excepto en las grandes industrias cárnica, donde pueden suministrar recortes y piezas menos "nobles" (ver más adelante).

- Razas de "doble aptitud", como las citadas más arriba, que están destinadas a proporcionar hembras con buena producción de leche y machos con buenos rendimientos en carne.
- Razas "pesadas" (por ejemplo Hereford y Charolesa) en las cuales los machos y las hembras se crían para carne.
- Cruzamientos de vacuno de carne y de leche constituyen el principal aporte de carne vacuna sacrificada en muchos países..

Cerdos

Cerdos de bacon

Producidos para conseguir dorsos largos con cobertura de grasa desde baja a moderada. Se dedican preferentemente a la producción de bacon.

Cerdos pesados

Más grastos y proporcionalmente más cortos. Criados para una tasa de crecimiento alta, a base de una buena conversión del pienso. Se utilizan para una industrialización mixta: carne fresca de cerdo, parte de bacon, parte de embutidos y otros productos cárnicos.

Razas "continentales"

Tienen tendencia a presentar una mayor proporción de grasa que los cerdos pesados.

Verracos

La carne de los verracos que se utilizan para la cría está por lo general contaminada con el olor de la hormona sexual masculina ("olor a verraco"). Los machos jóvenes enteros, sacrificados en la pubertad o antes, tienen buena conversión del pienso y conformación, pudiendo estar libres de este olor.

Ovino

Las diferencias de edad y sexo no son significativas en cuanto a los fines de la elaboración de la carne, excepto que el "olor a morueco" se puede encontrar en la carne en los moruecos viejos de cría.

Entre las razas ovinas más conocidas tenemos: Churra, Merina, Manchega, Castellana, Berrichón, etc.

Caprino

Se calcula que en el mundo hay unos 450 millones de cabras, un tercio de las cuales se encuentran en África.

Son buenas productoras de carne y leche. Se estima que el 1,5 % de la producción mundial de carne es de origen caprino.

En España existen excelentes razas caprinas: Murciano-Granadina, Retinta Extremeña, Blanca-Andaluza, Canaria, etc.

Aves

Pollos

- Gallinas de producción de huevos (gallinas "agotadas"). Normalmente de unos 18 meses de edad, pequeñas y con relativamente pobre conformación y rendimiento en carnes. Son baratas y constituyen la principal fuente para la elaboración de carne de pollo.
- Broilers. Este término significa adecuado para el asado; en los Estados Unidos se refiere a las aves hasta aproximadamente 1,5 kg de peso en canal. Edad de 6 a 10 semanas.
- Gallinas productoras de broilers. Son los padres de los broilers después de su vida productiva de puesta de huevos. Son más grandes y tienen mejor rendimiento en carnes que las ponedoras normales. La cantidad de este tipo de gallinas no es muy elevada.

Se ha de observar que:

- El sabor y olor es más fuerte pero la textura es más dura en las aves viejas (gallinas frente a broilers).
- Una pequeña proporción de aves pueden crecer bajo condiciones de libertad. Por ejemplo, algunas aves ponedoras se crían en graneros, pero casi todas las restantes se cultivan intensivamente; los broilers en grandes establecimientos abiertos y las gallinas en jaulas.
- Las diferencias de olor, sabor y textura debidas a las razas o a las condiciones de crecimiento son escasas.

Pavos

Para la venta doméstica, los canales varian de 2 a 3 kg de peso canal. Para la industrialización, se utilizan principalmente los machos; éstos tienen normalmente 10-15 kg de peso canal.

Otras especies

De vez en cuando, puede resultar interesante asegurar que especies tales como el caballo, el hipopótamo o el canguro no se proporcionan fraudulentamente en sustitución de la carne vacuna. Estas y otras especies pueden ser de interés para piensos de pequeños animales domésticos, dependiendo de la disponibilidad y el precio, y de que lo permita la legislación de cada país.

PIEZAS INDUSTRIALIZABLES

Carnes “nobles” y “menos nobles”

Las piezas nobles son las que tienen la más alta consideración por los jefes de cocina y gastrónomos, porque tienen:

- Elevados contenidos de músculo.
- Cantidades pequeñas de grasa, que está fuera de la carne y que se puede eliminar fácilmente ni no se desease.
- Bajos contenidos de tejido conectivo o cartílagos y ninguno en forma de piezas gruesas y grandes.
- Pequeñas cantidades de huesos, que pueden ser eliminadas fácilmente.

La carne con estas propiedades es:

- Fácil de cocer, asar o hacer a la parrilla.
- Tierna, cuando se somete a cocción ligera.
- Fácil de servir en porciones grandes consistentes casi enteramente de carne magra de excelente calidad.
- Altamente considerada y por consiguiente de precio alto.

Las piezas “nobles” proceden del cuarto posterior del animal, donde existe:

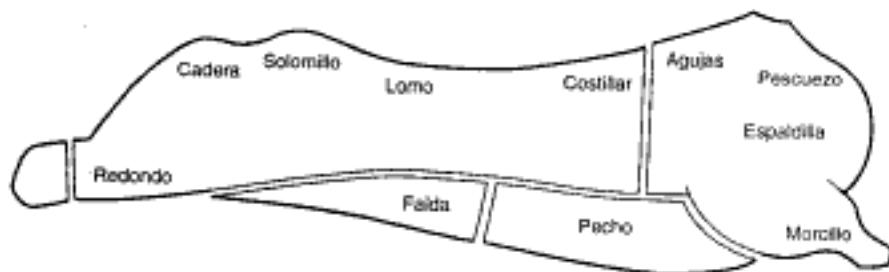
- Menos partes móviles.
- Estructura ósea más sencilla.
- Pocos músculos grandes.
- Menos tejido conectivo.
- Depósitos grasos principalmente en el exterior.

Las piezas menos “nobles” tienen las características opuestas a las relacionadas más arriba y son las que se utilizan más probablemente en la industrialización. Proceden principalmente del cuarto anterior, donde se encuentran:

- Muchas partes móviles y complejas.
- Estructura ósea compleja.
- Muchos músculos pequeños.
- Más tejido conectivo.

Las piezas de la panceta o falda, donde no hay huesos para dar soporte al animal vivo, tienen tejido conectivo fuerte (por tanto duras); son también capas más o menos gruesas de grasa entre los músculos.

La Figura 1.1, muestra cómo algunos de estos factores se utilizan para efectuar el corte típico de las piezas de carne de vacuno.



	Aproximadamente %			
	Músculo	Grasa	Tejido conectivo	Huesos
Redondo	59	5	11	15
Pecho	48	18	17	17
Pescuezo	48	8	19	25
Falda	58	17	25	0

Figura 1.1. Composición de las piezas típicas de vacuno.

Las piezas “principales” de vacuno, tales como se suministran por lo general para la elaboración, pertenecen principalmente al cuarto anterior (agujas, pescuezo, espaldilla y morcillo) o cuarto de “pistola delantero” (cuarto anterior, pecho y parte de falda).

La figura 1.2 señala las principales piezas del cerdo:

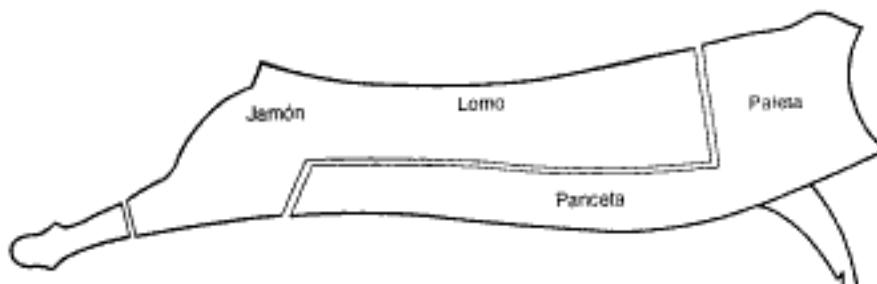


Figura 1.2. Principales piezas del cerdo.

Razones para la elaboración de los productos cárnicos

El principal propósito para convertir la carne en productos cárnicos debe fundarse en modificar o aumentar las piezas menos nobles de carne, junto con algunos recortes comestibles de grasa y tejido conectivo recogidos de las piezas más nobles y conseguir sabor, olor y textura más aceptable para los consumidores que si se tratases solamente por métodos de cocción y servicio sencillos, más apropiados para las piezas nobles. Los problemas técnicos que han de tratarse para mejorar la aceptabilidad de tales carnes son:

- Eliminar los huesos.
- Procurar que el tejido conectivo sea aceptable.
- Presentar la grasa disponible en forma más aceptable.

- Las características organolépticas y el valor nutritivo deben mantenerse o incluso mejorarse.

Otra finalidad importante para hacer productos cárnicos puede ser la **conservación de la carne**. Aquí la cuestión de la "nobleza" de la carne puede no ser tan importante. Para la fabricación del bacon y del jamón, por ejemplo, los cerdos deben ser seleccionados en cuanto a las propiedades principales de calidad del producto final, tales como espesor de la grasa dorsal o baja tendencia al PBE (carne pálida, blanda y exudativa); la carne sin estas propiedades puede desviarse a otros productos o al comercio de la carnicería. La conservación de la carne se puede conseguir por diversos métodos (embutidos, carne enlatada, patés, salchichas, etc.). Los métodos de conservación serán tratados en capítulos posteriores.

Los factores económicos pueden distorsionar estos propósitos en casos especiales. Por ejemplo, una fábrica de embutidos puede funcionar a plena capacidad para satisfacer un mercado existente, aún con el coste de utilizar más carne "noble" como materia prima. Tales distorsiones son probablemente temporales.

COMPONENTES DE LA CARNE Y SUS PROPIEDADES

Carne magra

La carne magra o músculo se compone (en tanto por ciento) de:

- Un mecanismo contráctil consistente en proteína miosíbrilar (actina, miosina, etc.), en forma de múltiples fibrillas, fibras y haces de fibras. 10,0 %
- Cada uno de estos mecanismos contráctiles está encerrado en tubos ligeros o redes (tejido conectivo) consistentes en colágeno y elastina 2,0 %
- Rodeado por un fluido (sarcoplasma) compuesto de agua (75,0 %), proteína sarcoplasmática (6,0%) y otras sustancias solubles, tales como mioglobina (color rojo), sales, vitaminas, etc. 84,5 %
- Grasa, tendones, nervios, vasos sanguíneos, etc. 3,5 %

El sistema contráctil actina-miosina está representado esquemáticamente en la Figura 1.3. En la Figura 1.4, aparece de forma más detallada.

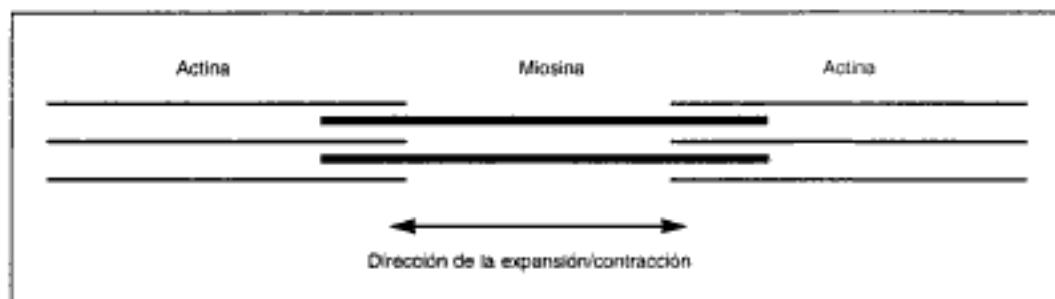


Figura 1.3. El sistema actina-miosina.

Cambios post mortem

Los cambios químicos que tienen lugar a la muerte del animal, tales como la conversión del músculo en carne, son complicados, pero bien conocidos. Para una discusión detallada se pueden ver libros tales como *Ciencia de la carne* de R.A. Lawrie. Los más importantes cambios son los que se describen a continuación.

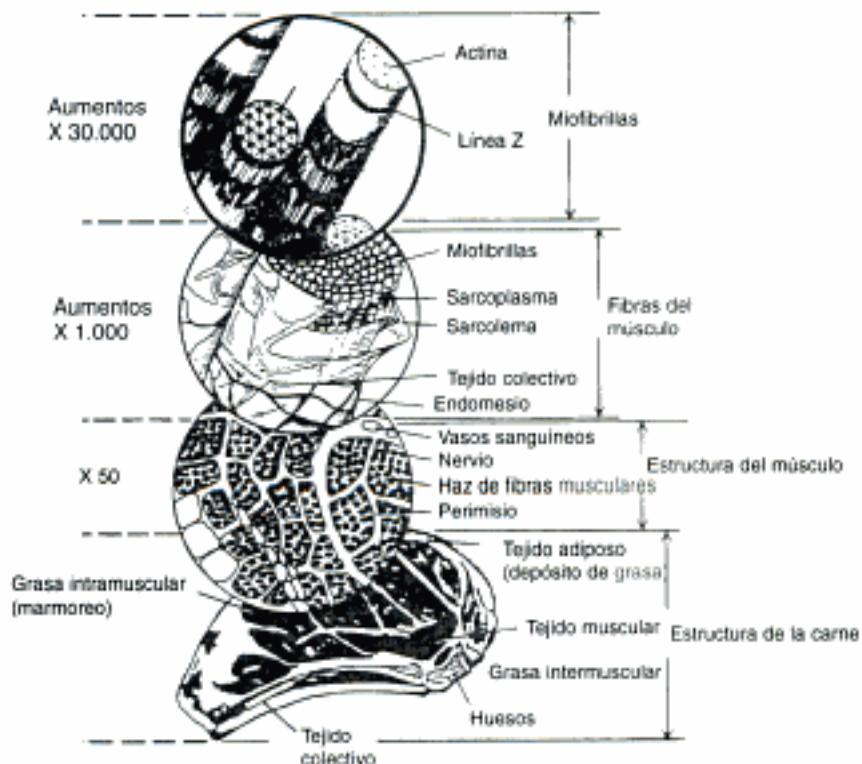


Figura 1.4. Estructura de la carne a varios aumentos.

(a) Efectos relacionados con el pH.

Cuando cesa el metabolismo normal y el suministro de oxígeno a la corriente sanguínea, el glucógeno (aporte energético del animal, derivado del pienso), se convierte en ácido láctico y el pH cae, normalmente desde 7,0-7,2 a 5,5-6,5. Este proceso se conoce con el nombre de glucolisis. En casos anormales se pueden presentar los siguientes estados:

- **Estado PBE.** - Carne pálida, blanda y exudativa (húmeda). Si el pH baja muy rápidamente (siendo adecuado el suministro de glucógeno), a causa de la excitación nerviosa en el momento del sacrificio, especialmente en los animales susceptibles al estrés (por ejemplo cerdos Pietrain o Landrace danés), el resultado es un bajo valor de pH (no anormalmente bajo, pero alcanzado rápidamente mientras la canal está todavía caliente). Esto conduce a la precipitación de las proteínas solubles (proteínas sarcoplasmáticas), a una pobre ligazón de agua y a un color pálido.
- **Estado SFO.** - Carne seca, firme y oscura. Si el suministro de glucógeno es bajo, a causa del hambre (inanición), ejercicio (agotamiento) o estrés, a largo plazo en el animal vivo se puede formar poco ácido láctico y el pH final es alto. Esto conduce a que la carne tenga un color más oscuro, textura más cerrada y mejor ligazón del agua, pero la calidad microbiológica es inferior. Otros nombres para este estado es "corte oscuro" en vacuno y "vidriado" en bacon.

La prevención de algunos de estos estados depende de unas buenas condiciones de transporte, estabulación y sacrificio de los animales. La mejor calidad de la carne procede por lo tanto de animales sanos, bien alimentados y no sometidos a estrés.

b) Efectos relacionados con el rigor mortis.

A la muerte del animal, el ATP (adenosin trifosfato) en los músculos se transforma en ADP (adenosin difosfato) y AMP (adenosin monofosfato), con la liberación de energía que causa la contracción, esto es el "rigor mortis". Despues de un tiempo, los músculos se relajan de nuevo (terminación del rigor mortis). Los tiempos para la aparición y terminación del rigor mortis en los diferentes Animales se muestra en el Cuadro 1.1.

Cuadro 1.1. Tiempos de aparición y terminación del rigor mortis.

	Tiempo aproximado de aparición del rigor	Tiempo aproximado de terminación del rigor
Vacuno	12-14 horas	2-6 días*
Cerdos	6-12 horas	1-3 días
Pavos	½-2 horas	6-24 horas
Pollos	½- 1 horas	4-6 horas

* Hasta 14 días para alcanzar una ternura máxima.

En la carne enfriada que normalmente se suministra para la elaboración de productos cárnicos, estos procesos se han completado normalmente y no surgen problemas. Pero si la secuencia de resolución del rigor se interrumpe por corte, enfriamiento, congelación o cocción, puede resultar una carne dura.

- **Corte.** El corte antes o durante el "rigor mortis" hace que los músculos se acorten y puede causar dureza, cuando la carne se somete a cocción.
- **Enfriamiento o congelación.** El enfriamiento de la carne con rapidez, inmediatamente después del sacrificio (es decir, si la temperatura desciende a

+10°C con pH aproximadamente de 5,5 y el "rigor mortis" comienza) conduce al "acortamiento por el frío" y a una carne dura. Esto constituye un problema con el ovino y a veces con el vacuno, pero normalmente no ocurre con cerdos y aves. El remedio consiste en enfriar más lentamente o utilizar la estimulación eléctrica; ver más abajo.

La temprana congelación de la carne durante el "rigor mortis" o antes de que comience el mismo, cuando todavía hay presente ATP residual, lleva al "**rigor de la descongelación**", que es una fuerte contracción con endurecimiento cuando se procede a la descongelación de la carne. Si la carne congelada se almacena durante largo tiempo (meses), el ATP desaparece gradualmente y disminuye el rigor de la descongelación. Si la carne se mantiene a -5°C durante varias horas antes de la descongelación, los cambios químicos continúan pero la carne es incapaz de contraerse y por lo tanto no se endurece.

La congelación después del "rigor mortis" no crea problemas especiales.

- **Cocción.** Si se realiza antes de la aparición del rigor (es decir inmediatamente después del sacrificio) produce carne muy tierna (en teoría; en la práctica puede no resultar posible trabajar con bastante rapidez y el rigor comienza antes o durante la cocción). La cocción **durante el rigor** da por resultado carne dura. La cocción **después de la terminación del rigor** produce carne tierna. La ternura aumenta con el tiempo antes de la cocción, hasta un máximo.

La dureza de los músculos contraídos se debe probablemente a la combinación de dos factores:

- Compresión de la estructura muscular al contraerse el sistema actomiosina.
- Contracción y estrechamiento de la red de tejido conectivo de las vainas musculares.

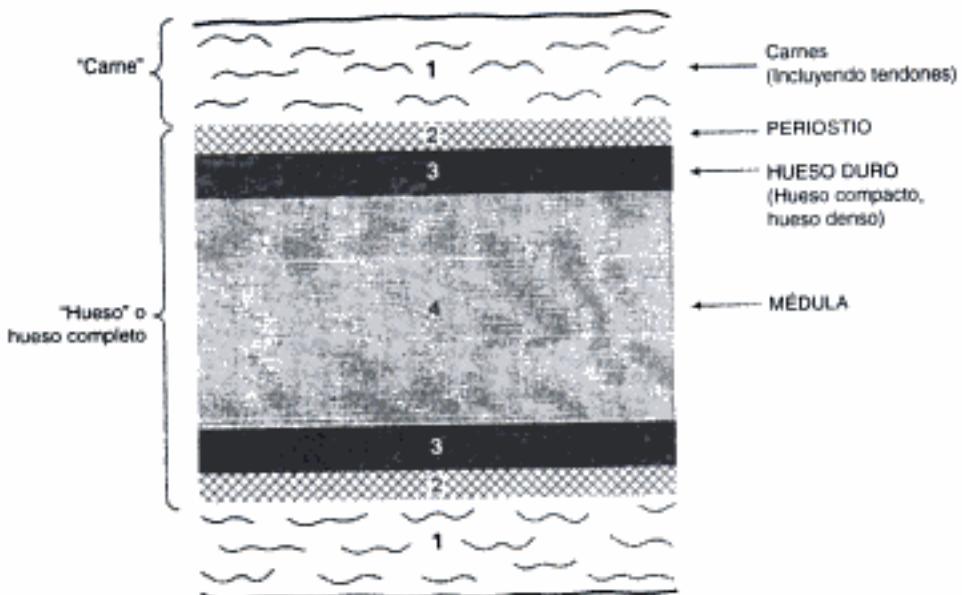
Se utilizan varios métodos para reducir el endurecimiento debido a estos factores:

- **Procedimiento de estiramiento.** La carne se cuelga del hueso isquión (suspensión pelviana) inmediatamente después del sacrificio, de tal manera que la mayor parte de los músculos nobles se estiren, mejorando así su ternura.
- **Tratamiento de la carne en "caliente".** El tratamiento con sal antes del rigor previene la contracción (aunque el ATP esté perdido) y proporciona carne con elevada capacidad de retención de agua.
- **Estimulación eléctrica.** Si la carne recibe descargas eléctricas inmediatamente después del sacrificio, se causan contracciones musculares, que consumen el ATP y glucógeno presentes, conduciendo a la aparición rápida del "rigor mortis". La carne se puede enfriar rápidamente sin el riesgo del endurecimiento debido al acortamiento por el frío. El procedimiento se emplea para la congelación de la carne de ovino y a veces de vacuno, a fin de mejorar la ternura de las carnes congeladas.

No existe evidencia de efectos adversos sobre la calidad de los productos elaborados con este sistema. La estimulación eléctrica no se utiliza para cerdos, cuyas canales no se congelan generalmente y donde existe el peligro de causar el estado de PBE.

Carne recuperada mecánicamente (CRM) o carne separada mecánicamente (CSM)

Carne recuperada mecánicamente (CRM) es la descripción ordinaria de este material de origen cárnico, pero también se conoce como carne separada mecánicamente (CSM). Es la carne residual recuperada por las máquinas de los huesos ya más o menos bien recortados por el cuchillo (Ver la Figura 1.5). Las máquinas fuerzan bajo la acción de la presión a la carne más blanda a través de tamices perforados (ejemplos Baader, Beehive, Bibun) o a través de canales formados de otras formas (Protecon), separándola así del hueso.



La carne retirada a mano puede contener: 1+algo de 2 solamente.

La carne retirada mecánicamente puede contener: 1+2+4+algo de 3.

El residuo de la carne retirada mecánicamente puede contener: 3+algo de 1+algo de 2+algo de 4.

Figura 1.5. Diagrama de hueso con carne adherida.

La carne recuperada mecánicamente (CRM) se compone principalmente de la carne y grasa que están sobre los huesos, finamente subdividida por el paso a través de la máquina. Algunas máquinas también extraen la médula del interior de los huesos. El contenido de tejido conectivo en la carne recuperada con máquinas, no es más alto que el correspondiente al de la carne retirada a mano, de forma cuidadosa. Los fragmentos óseos son de forma granular, no astillados, y son por lo general pocos; la proporción actual depende del rendimiento extraído por la máquina. Las actuales

disposiciones de la Unión Europea exigen que el contenido en calcio de esta carne recuperada no sea superior al 0,02% y que no contenga fragmentos óseos de un tamaño mayor de 0,5 mm.

Los Códigos de Prácticas de la Asociación de Fabricantes de Carne Británica y del Centro de la Unión de la Industria Elaboradora de Carne (CLITRAVI) de la Unión Europea, prohíben la producción de CRM y CSM de huesos de las cabezas y patas de aves así como de los huesos de cabezas, patas y rabos (excepto rabos bovinos) de otros animales. Como consecuencia de la crisis deprovocada por las EET (Encefalopatías Espóngiformes Transmisibles, comomúltamente llamada "crisis de las vacas loca"), al final de los 80, las legislaciones también requieren ahora que la CRM de animales bovinos y ovinos:

- Deberá obtenerse solamente en los establecimientos autorizados a este fin.
- No deberá contener cuerda espinal o material procedente de la columna vertebral.

Carne de cabeza

En circunstancias normales la carne de cabeza o carrilladas es una materia legítima para su utilización en productos cárnicos, pero existen determinados problemas específicos a los que se debe prestar atención:

- En los países de la Unión Europea, en las disposiciones vigentes como consecuencia de la crisis de las EET, la carne de las cabezas vacunas y ovinas se considera "material de riesgo específico" (con muy pocas excepciones) y está prohibida la utilización en la preparación de alimentos humanos; la utilización de la carne de la cabeza de cerdo no está restringida.
- Aunque se manipule cuidadosamente, la carne de cabeza es probable que esté altamente contaminada con bacterias y deberá ser manejada y utilizada según los casos. Las razones de esta posible contaminación se derivan de la proximidad a los órganos nasales cuya función en el animal vivo es filtrar las bacterias nocivas, concentrándolas, así como al gran número de incisiones con cuchillo que se necesitan para su despiece, que extienden la contaminación y estimulan el crecimiento microbiano.
- La carne de cabeza es también probable que incluyan las glándulas salivares del interior de la boca del animal. Estas glándulas contienen enzimas (amilasas) cuya función consiste en convertir los almidones en azúcar como parte del proceso digestivo del animal. Un producto elaborado con carne de cabeza y material amiláceo tal como harina de maíz, patata o bizcocho puede sufrir cambios rápidos de sabor y olor debido a la producción de azúcar, y la textura también puede verse afectada.

Grasa

La palabra "grasa" se puede emplear con dos sentidos diferentes, que deben distinguirse con cuidado.

- En la tecnología de los productos cárnicos “grasa” ordinariamente significa **tejidos grasos**, opuestos a carne magra o tejido conectivo. Esta es una materia de estructura celular cuyo principal componente es la grasa en el otro sentido de la palabra. En el Cuadro 1.2 se proporcionan ejemplos.

Cuadro 1.2 Grasas de tejidos de carnes de vacuno y de cerdo.

Fuente o localización de la grasa	Nombres especiales		Observaciones
	Vacuno	Porcino	
<i>Depósitos sobre la canal</i>			
Subcutáneos	Manteca corporal	Tocino	Existe una capa de grasa subcutánea sobre la canal completa. En el caso del tocino, la capa es suficientemente gruesa para separarla y utilizarla independientemente.
Cabeza		Papadas	Las grasas de la cabeza se separan algunas veces.
<i>Depósitos en la canal</i>			
Delimitando la cavidad abdominal	Peritoneal, sebo		
Alrededor			
Intestinos			
Estómago	Mesentérica, tripa		
Corazón	Redaño, omento		
Riñones	Pericárdica Protuberancia renal y grasa del conducto)		
Genitales			
Recortes			Recogidos durante la preparación de carne magra para otros fines.
Intramuscular	Marmoreo		Considerado un signo de buena calidad en el comercio de la carne; probablemente no significativo técnicamente. No eliminable por recorte, en carne magra bien recortada, se incluye 3% de grasa intermuscular.
Intermuscular			La grasa intermuscular está contenida dentro de los músculos y no es visible

- “Grasa” también significa “grasa química” o **lípidos**. Este es el principal componente de los tejidos grasos, los contenidos de las células grasas. El término se utiliza también para indicar **grasas fundidas** (tocino, pringues y sebos) y también incluye a los aceites vegetales, grasas elaboradas, mantequilla y margarina. Se relacionan ejemplos de estas grasas en el Cuadro 1.3.

Cuadro 1.3 Grasas fundidas, aceites para cocinar, etc.

Tipo de grasa o aceite	Ejemplos	Observaciones
Grasa fundida	Grasas vacunas Bloques de sebo Sebo vacuno, sebo ovino	De grasas internas y algunas grasas corporales. "Primer jugo" = primera calidad. Los sebos comerciales porcionados pueden consistir en grasa vacuna fundida, mezclada con cereales. Clases más pobres de materiales frescos no comestibles.
Grasa fundida	Tocinos "Grasa libre"	De la grasa porcina; algunas veces otras materias porcinas comestibles. Chicharrones es el material residual después de un proceso de fundición.
Mantequilla		Elaborada con leche. Contiene 16% de agua (límite legal en la UE y en otras partes).
Aceites vegetales de cocción	Oliva, algodón, cacahuate, soja, etc.	Químicamente similar a las grasas animales fundidas, pero ordinariamente líquidas a las temperaturas de trabajo.
Mantecas vegetales	Incluye las grasas patentadas utilizadas en panadería	Elaboradas de aceites vegetales por endurecimiento químico (hidrogenación) para volverlas menos líquidas, más plásticas o sólidas. Algunos compuestos de grasas de cocción pueden contener agua.
Margarina		Elaborada con propiedades similares a las grasas vegetales de panadería; se pueden colorear de amarillo. La margarina doméstica se hace con propiedades similares a la mantequilla. Todas contienen agua (16% en la UE y en otros países).

Los tejidos grasos se componen de grasa o lípidos (un 85 % aproximadamente), contenidos en las células de tejido conectivo, compuestas de colágeno y otras sustancias (14%) y agua (11%).

Estructura de los tejidos grasos

Células

En general, las células de los tejidos grasos toman la forma poligonal de las células biológicas. Las células aisladas tienden a ser esféricas. El tamaño es aproximadamente uniforme (0,095-0,15 mm).

Las células que contienen la grasa más blanda tienen las paredes más gruesas y más fuertes que las células que contienen grasa más dura. Las diferencias entre ellas pueden ser considerables. Para las grasas de la carne de cerdo, las características típicas de dureza, se muestran en el Cuadro 1.4.

Cuadro 1.4 Paredes celulares de los tejidos grasos.

Blandura de la grasa	Blanda	Intermedia	Dura
Contenido de grasa (%)	79,2	89,5	90,9
Paredes celulares			
Total %	20,8	10,5	9,1
Humedad %	15,5	8,5	7,3
Colágeno %	1,0	1,0	0,7
Otros sólidos %	14,3	1,0	1,1
Apariencia microscópica	Fibrosa, altamente organizada	Fibrosa, bastante organizada	Pocas fibras

Composición y propiedades de los lípidos

Las grasas y aceites consisten químicamente en mezclas de triglicéridos, que a su vez contienen varios ácidos grasos. Las diferencias en dureza y blandura entre las grasas están relacionadas con sus propiedades físicas y químicas, como se señala más abajo y en el Cuadro 1.5.

Propiedades físicas

Las grasas más blandas son más plásticas a la temperatura ambiente, porque contienen una proporción más alta de grasa líquida a dicha temperatura; y tienen un punto de fusión más bajo que las grasas duras. El punto de fusión es una línea indefinida del momento del paso de la grasa del estado sólido al estado líquido, con el aumento de la temperatura. Por ello se toma un punto de fusión medio.

Cuadro 1.5. Propiedades de los lípidos.

	Aceite de algodón	Grasa de las papadas de cerdo	Grasa del dorso del cerdo	Grasa intestinal del cerdo	Grasas vacunas
Estado a temperatura ambiente	Líquida	Blanda	Bastante blanda	Dura	Muy dura
Grasa líquida a 20°C (%)	100	86	85	63	0
Punto de fusión (°C)	-	28	36	44	47-54
Valor I. Yodo	110	59	53	148	32-47
Ácidos grasos insaturados (%)	72	61	54	47	47,5

Propiedades químicas

Los glicéridos de las grasas más blandas contienen una proporción mayor de ácidos grasos no saturados (por ejemplo, ácido oleico). Es decir, las estructuras de los ácidos grasos contienen más dobles enlaces o menos hidrógeno. Las grasas blandas tienen un más alto valor del Índice de yodo (y mayor tendencia al enranciamiento).

Influencia del pienso

La grasa presente en la dieta que se suministra al animal se puede utilizar (junto con los carbohidratos) para suministrar energía. Cualquier exceso sobre los requerimientos energéticos se depositan en forma de grasa en la canal. Los excesos de carbohidratos también se convierten en grasa y se depositan en el cuerpo del animal.

En los animales monogástricos (único estómago) (ejemplos cerdos, aves, hombre), tenemos lo siguiente:

- La composición de los lípidos en los tejidos grasos corporales tiende a parecerse a la correspondiente a la grasa de la dieta.
- Por lo tanto, los cambios en la composición grasa de la dieta se reflejará en la composición de los tejidos grasos del animal.
- En particular, los cerdos alimentados con dietas altas en ácidos grasos insaturados tendrán generalmente grasa corporal más blanda.

Nota: Pueden presentarse amplias variaciones en el contenido graso, entre animales individuales y entre grupos de diferentes explotaciones, etc.

En animales poligástricos (muchos estómagos) (ejemplo, vacuno, ovino, caprino), tenemos lo siguiente:

* El primer estómago contiene bacterias que hidrogenan las grasas no saturadas ingeridas, haciéndolas más saturadas y más duras.

- La grasa corporal depositada en estos animales es por lo tanto más dura que la de monogástricos, relativamente no afectados por la composición de los lípidos en el pienso, resultando una grasa más uniforme en composición y propiedades.

Dureza y blandura de los tejidos grasos

Las propiedades de las células de los tejidos grasos y de los lípidos dentro de ellas se pueden resumir como sigue (ver también el Cuadro 1.6.).

- Las paredes celulares de los tejidos grasos más blandos tienen más sustancias de tejido conectivo y son más gruesas y fuertes.
- Los lípidos en los tejidos grasos más blandos tienen superiores proporciones de los ácidos grasos no saturados más líquidos.
- A temperatura de enfriamiento o temperatura ambiente, la textura del tejido está controlada por la textura del lípido, y el tejido graso blando a esta temperatura es más blando al tacto que el tejido graso duro.

- No obstante, a temperatura corporal, casi todo el lípido es líquido y la textura del tejido se controla por la fuerza del tejido conectivo. En esta situación, se da la paradoja de que el tejido graso blando (con un mayor soporte de tejido conectivo), es más duro al tacto que el tejido graso duro.

Cuadro 1.6 Nomenclatura de las grasas duras y blandas.

Descripción en las condiciones de industrialización de la carne	Grasas blandas	Grasas duras
<i>Características físicas</i>		
Paredes celulares	Más duras	Más frágiles
Contenidos celulares (lipidos)	Más líquidas	Más sólidas
<i>Tacto de los tejidos grisos</i>		
A temperatura de refrigeración	Más blandas	Más duras
A temperatura corporal	Más duras	Más blandas

En este Manual de Industrias de la Carne, los términos “más duro” y “más blando” se refieren siempre a las **temperaturas de refrigeración o temperatura ambiente**, es decir a las condiciones de industrialización de la carne. No obstante, los veterinarios, matarifes y otras personas que manejan animales vivos o recién sacrificados utilizan estos términos de otra forma, refiriéndose a las **temperaturas corporales** de los animales.

Dentro del animal, las grasas más blandas están localizadas lo más lejos del centro del animal, de tal manera que:

- Las grasas corporales internas son las más duras.
- La grasa de la cabeza es más blanda que la grasa dorsal.
- La capa externa de la grasa dorsal del cerdo es más blanda que la capa interna.

La temperatura corporal del animal es más baja en la parte externa; no obstante con el fin de permanecer líquida, la grasa necesita tener un punto de fusión bajo.

Entre los animales, las diferencias en la blandura de los lípidos originadas por diferencias en la alimentación (ver sección anterior) siguen las mismas reglas y la relación siguiente:

La grasa más blanda está soportada por tejido conectivo más fuerte.

Entre especies, la relación parece mantenerse. Así tenemos que:

Tejido graso de los pollos: extremadamente blando y con mucho tejido conectivo.
 Tejido graso del cerdo: moderadamente blando y con tejido conectivo moderado.
 Tejido graso vacuno: duro y con poco tejido conectivo.

Tejido conectivo

Cantidad

A parte del tejido conectivo disperso en músculos y grasas (ver más arriba), se observa la presencia del mismo en:

- Tendones.
- Cartílagos (que conectan el músculo al hueso).
- Vainas y paredes, alrededor de los órganos y compartimentos corporales (por ejemplo: el diafragma y la piel).

Algunos contenidos típicos de los tejidos conectivos de las carnes aparecen en el Cuadro 1.7. Se ha de observar la amplia variación en cada caso.

Cuadro 1.7 Contenidos de tejido conectivo de algunas carnes.

	Tejido conectivo húmedo, % de carne magra	
	Media	Rango
Carne de vaca	5,1	0,9-9,3
Magro 75/85	7,9	5,8-10,0
Recortes de pescuezo	10,8	9,7-11,9
Diafragma	8,4	3,5-13,3
Papadas	15,2	9,6-20,2
Cabeza	14,0	8,9-19,1
Costillar	12,0	6,2-17,8
Morcillos	13,0	5,5-20,5

Cortezas porcinas, cortezas desecadas, extractos de colágeno

La corteza porcina es comestible y se incorpora a los productos cárnicos. La corteza desecada está disponible comercialmente.

Los extractos de colágeno se fabrican por hidrólisis del material rico en él, tales como cartílagos, ordinariamente pero no necesariamente de carne de cerdo. Los extractos óseos también se comercializan y se hacen por hidrólisis de los huesos.

Se calcula que el 10% de la canal de cerdo es corteza y solamente esta cantidad puede ser contada para el "contenido cárnico" de un producto. Si se utilizan cortezas desecadas o extractos de colágeno, se permitiría la cantidad equivalente de producto no desecado (78% de humedad). Naturalmente mayores cantidades que las señaladas se pueden utilizar, con tal de que las adiciones se declaren en la etiqueta del producto.

Dureza

Los tejidos conectivos están formados principalmente por fibras de colágeno y pequeñas cantidades de elastina. En los animales jóvenes el colágeno está parcialmente entrecruzado, siendo flexible y relativamente inelástico. Con el aumento de la edad, el grado de entrecruzamiento se incrementa, la flexibilidad decrece y la dureza aumenta (comparar con la rigidez que aparece en las personas con la edad).

Al cocer a aproximadamente 65°C el colágeno y la elastina, encogen, con incremento en la rigidez y dureza aparente. A 80°C aproximadamente, el colágeno empieza a hidrolizarse en gelatina. El colágeno con pocos entrecruzamientos, por ejemplo en broilers y terneras, es fácilmente ablandado hasta dar una jalea de gelatina, pero el colágeno muy entrecruzado de animales más viejos se hidroliza sólo con dificultad; tales carnes requieren una prolongada cocción en húmedo, para conseguir un ablandamiento apreciable. (La elastina no se hidroliza pero representa una pequeña contribución a la blandura total).

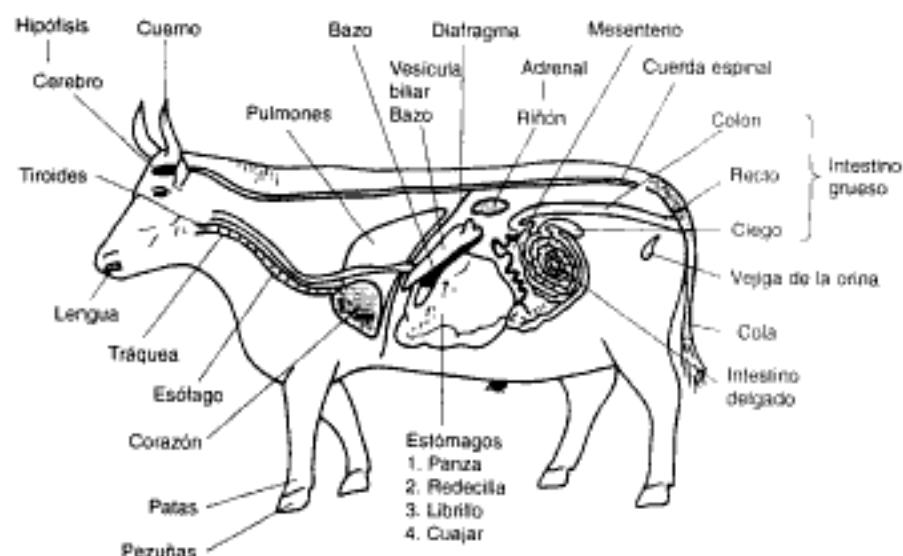


Figura 1.6 Despojos vacunos (Richards, 1982).

Despojos

La Figura 1.6 señala la localización de los principales despojos que se producen en el sacrificio de ganado vacuno. Las cantidades disponibles de despojos de vacuno, cerdo y ovinode se indican en el Cuadro 1.8 y en el Cuadro 1.9 se indican algunos nombres alternativos que se emplean para los despojos.

Todos los despojos de los principales animales de carnicería se han utilizado en productos alimenticios preparados una otra vez. En los países de la Unión europea, la utilización de despojos en los productos cárnicos, se ha complicado por las consideraciones derivadas de la crisis de las Encefalopatías Espongiformes Transmisibles de los animales.

Cuadro 1.8. Cantidad de despojos que se obtienen en el sacrificio de vacuno, porcino y ovino (datos de Richards, 1982).

	Cantidades disponibles (% del peso canal vivo)		
	Vacuno	Porcino	Ovino
Contenidos de estómagos e intestinos	17,0	11,0	11,0
Piel	6,9	(10,0) ¹	17,0
Cuernos ²	0,09		1,3
Patas	2,0	2,1	-
	(Total 8,99)	(Total 2,1)	(Total 18,3)
Cabeza	2,7	6,9	3,6
Rabo	0,25	-	-
Grasas	5,8	1,4	5,3
Lengua ²	0,65	0,4	0,3
Diáfragma	0,27	0,4	-
	(Total 9,67)	Total 9,1)	(Total 9,2)
Sangre	2,2	3,0	4,1
"Despojos rojos"			
Hígado	1,3	2,9	1,0
Corazón	0,41	0,3	0,5
Bazo ²	0,20	0,1	0,16
Riñones	0,14	0,4	0,26
	(Total 2,05)	(Total 3,7)	(Total 1,92)
"Despojos blancos"			
Mamas	1,1	-	-
Pulmones	0,64	0,8	1,0
Estómagos ²	2,34	0,5	0,5
Intestinos	1,9	2,8	3,0
Esófago y tráquea	0,27	0,35	0,58
Cerebros ²	0,11	0,25	0,26
	(Total 6,36)	(Total 4,7)	(Total 5,34)
Organos sexuales	0,06	0,32	0,26
Timo ²	0,05	0,16	0,19
Otras glándulas	0,05	0,15	0,11
	0,16	0,63	0,57
Total final	46,43	44,23	50,42

¹ Ordinariamente no considerado como despojo.

² Las disposiciones de los países de la Unión europea relativas a las EET prohíben el uso de estas materias en alimentación humana en determinados casos. Por ejemplo, si proceden de animales de seis meses de edad o más (vacuno), o doce meses o más (ovino y caprino).

Cuadro 1.9 Algunos nombres alternativos utilizados para designar a los despojos (datos de Richards, 1982).

	"Asadura" = tráquea + pulmones + hígado + corazón + bazo	
Piel	Cuero Corteza Piel, vellón	(vacuno) (cerdo) (ovino)
Patas	pezuñas, manitas de cerdo, dedos, garras	
Recortes de cabeza (carrilladas)	Carrilladas de vacuno Malas mejillas	(Vacuno solamente) (Cerdo solamente)
Grasas		
Diáfragma		
Bazo		
Mama	Mamaria	
Pulmones	'Lights'	
Estómago	Buche Panza	(cerdo) (ovino)
Rumen	Primer estómago, tripa, pilas, panza	Vacuno
Reticulo	Panal	(vacuno)
Librillo	Biblia, libro	(vacuno)
Cuarjar	Cuajo	(vacuno)
Intestino delgado: yejuno e ileon	Cordilla,	
Intestino grueso		
Colon		
Ciego		(ovino)
Recto		(vacuno)
Esófago	'Weasand'	
Tráquea	'Windpipe, pipe, trachea'	
Órganos sexuales		
Utero	'Breeding bag'	
Testículos	'Fries'	
Pene	'Pizzle'	
Timo	'Heartbread, throatbread'	
Pancreas	'Gutbread, sweetbread'	
Adrenal	Suprarenal, glándula renal	

Nota: Se dan también acepciones de los nombres en inglés.

Propiedades

Se ha de observar que:

A.- Solamente el diafragma y carrillada o carne de cabeza contienen músculos con propiedades muy similares a los de "carne roja".

B.- El corazón se compone en su mayor parte de músculo liso, con propiedades (a efectos de industrialización) similares pero no idénticas a las correspondientes a "carnes rojas".

C.- Los riñones pueden estar asociados con grandes cantidades de grasa.

D.- Los otros despojos tienen pocas propiedades funcionales de unión a la carne, del agua o la grasa, tema que será discutido en los capítulos siguientes; cuando se incorporan a los productos cárnicos pueden requerir por tanto algún otro agente de ligazón para mantener el producto unido.

CAPÍTULO 2 ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS

Introducción

Cuando la carne es industrializada para elaborar productos cárnicos, cuatro factores primarios han de tenerse en cuenta, que son:

- **Humedad.** El contenido natural de humedad de la carne magra y el de algunos líquidos adicionados en la receta, deberán mantenerse en un porcentaje óptimo durante el proceso de elaboración (importante para el rendimiento y calidad del producto final), y a lo largo de las fases de distribución, almacenamiento y de alguna eventual cocción por el consumidor.
- **Grasa.** El contenido de grasa natural de la carne y la grasa extra que se incorpora en la receta del producto, también deberá mantenerse en una proporción máxima y óptima todo el tiempo.
- **Tejido conectivo.** Donde el producto contiene parte de tejidos conectivos más duros, éstos se deberán presentar en la forma más aceptable.
- **Cohesión.** El producto deberá mantener su integridad física.

A continuación, vamos a estudiar estos factores individualmente.

RETENCIÓN DE HUMEDAD

La capacidad para retener el agua es esencialmente una propiedad de la carne magra, modificada por el agua y las sales que se pueden añadir durante la elaboración de los productos cárnicos..

Es importante conocer las definiciones siguientes:

***Capacidad de retención de agua (C.R.A.).-** Capacidad de la carne para retener el agua del tejido presente en su estructura.

* **Capacidad de unión de agua (C.U.A.).-** Capacidad de la carne para unir el agua añadida.

* **Pérdidas por cocción.-** Son las pérdidas de agua, grasa o gelatina que se producen en una pieza de carne o mezcla de carnes durante la cocción. En el trabajo experimental, desarrollo del producto o aparición del problema, resulta frecuentemente conveniente expresar las pérdidas de agua y gelatina como partes perdidas por 100 partes de carne magra original, puesto que la carne magra es el factor más importante en la retención de estos componentes; sobre esta base las pérdidas de mezclas de diferente composición se pueden comparar directamente. Igualmente, las pérdidas de grasa se pueden expresar como las partes perdidas por 100 partes de la grasa original.

* **Unión de carnes.-** Adhesión de unas piezas de carnes a otras, especialmente después de la cocción.

Contenido en agua de la carne

Carne magra

El contenido de agua de la carne magra o músculo es aproximadamente 75%, distribuido en la forma que se señala en el Cuadro 2.1. No se conocen con exactitud las fuerzas que retienen el agua en la carne, pero aproximadamente el 5% puede estar químicamente unida a las proteínas; el 24% del agua es mantenida por fuerzas capilares y puede ser exprimida bajo presión y un 45 % se mantiene firmemente unida a la carne, pero el mecanismo es desconocido.

Cuadro 2.1. Distribución del agua (%) en carne magra.

	Fibras o células		Espacio extracelular y tejidos conectivos	Total
	Fibrillas	Sarcoplasma		
Agua	45	19	11	75
Proteína	10	6	2	18
Otras sustancias	5	-	2	7
Totales	60	25	15	100

La localización aproximada del agua en la carne magra se muestra en la Figura 2.1.

Tejidos grasos

El tejido graso contiene aproximadamente el 10% del agua, localizada en el tejido conectivo de las paredes de las células.



Figura 2.1 Localización aproximada del agua en la carne.

Medida de la retención de humedad en los productos cárnicos

Capacidad de retención de agua (CRA)

Goteo

Se mide manteniendo las piezas de carne en bolsas de polietileno bajo condiciones estándar; después de un intervalo determinado se mide el peso o volumen del líquido recogido en el fondo de la bolsa. El goteo de la carne no industrializada es ordinariamente pequeño (aproximadamente 0-3%) pero en casos excepcionales puede ser más alto. Las grandes pérdidas por goteo están asociadas normalmente a un pH anormal.

Prensado

Se ha de observar especialmente el método de la prensa de Grau-Hamm, utilizado comúnmente en trabajo experimental en Alemania. Un peso estándar de muestra sobre un papel de filtro se presiona entre dos placas, y se anota el área del papel humedecido por el líquido exudado procedente de la muestra. La presión aplicada no es muy crítica, por ejemplo se puede emplear un simple tornillo manual.

Centrifugación

La proporción de líquido extraído de la carne depende de las condiciones en las que se realice la extracción; por medio de la centrifugación a velocidades altas, es posible conseguir resultados constantes.

Pérdidas de agua por cocción en los productos cárnicos

Se puede medir directamente el agua, la gelatina o la grasa separada de un producto cárneo bajo condiciones estándar de industrialización o cocción; la información obtenida tiene un interés inmediato para la estimación de los costes de producción (por medio de los rendimientos del producto) y para conocer las probables causas de las quejas de los consumidores.

En trabajo experimental se puede utilizar un proceso simplificado, estandarizado de cocción. En el sistema de Evans y Ranken (1975), una muestra de $40 \pm 0,5$ gramos de mezcla de carne se coloca en un cestillo de alambre suspendido mediante hilos en un tubo de ensayo de polipropileno (11 cm x 4 cm). El tubo está adaptado a un simple condensador de aire y se calienta en baño maría a 80°C durante un periodo de díntemps determinado (normalmente 28 minutos). Se quita el condensador y la muestra se levanta por los hilos y se deja enfriar mientras las pérdidas por cocción drenan al fondo del tubo. Cuando la grasa se ha solidificado sobre la superficie del líquido, se punciona y el material acuoso se vacía; así se pueden obtener pesos separados de *pérdidas de agua* y *pérdidas de grasa*. Variando la composición de la muestra cocida, se puede investigar los efectos de las variaciones en la composición e industrialización de las mezclas de carne.

Correlación entre las diferentes medidas

Por lo general, las correlaciones no son muy importantes. Ninguna medida predice el resultado de las otras. Así, ninguna prueba simple es buena para predecir el resultado del proceso de industrialización en una ocasión particular. No obstante, una prueba simple, aplicada exactamente, se puede utilizar para desarrollar un cuadro *cuantitativo* del comportamiento a esperar en la práctica de fabricación a largo plazo.

Efectos del pH de la carne en la elaboración de productos cárnicos

- Los pH bajos, por ejemplo 5,2-5,5 en el músculo del dorso (*longissimus dorsi*) se presentan cuando el animal se ha sacrificado correctamente después de una alimentación adecuada (lo que se traduce en un alto contenido de glucógeno *ante*

mortem en la sangre, y por tanto buena producción *post mortem* de ácido láctico). Esto se considera que da la mejor carne.

- Si el pH de una única muestra de carne se cambia *experimentalmente* por la adición de ácido o álcali, la CRA mínima se encuentra próxima al punto isoeléctrico de las proteínas cárnicas, es decir, a pH 5,5 o pH 4,5 en presencia de sal. Esto se ha explicado al decir que puesto que hay menos iones cargados en el punto isoeléctrico, la atracción a ese pH es máxima entre las moléculas de proteína, dejando poco espacio para que el agua se una.
- La correlación entre CRA (capacidad de retención del agua) y el pH último *natural* de las diferentes carnes es pobre, así que el valor del último pH de una muestra individual no es una buena predicción de su capacidad para retener agua..
- Los casos especiales de estados de PBE (carne pálida, blanda y exudativa) y SFO (carne seca, firme y oscura) ya han sido estudiados anteriormente.

Efectos de la adición de agua, sales y fosfatos

Se pueden distinguir los efectos separados de varios factores.

Agua añadida

La adición de solamente agua generalmente incrementa el rendimiento de la carne magra a la cocción, a pesar de un aparente incremento en las pérdidas por cocción. Es decir, aunque mucha del agua añadida se pierde por cocción, alguna se retiene por la carne. Así, en un caso típico:

100 g de carne magra cruda → 80 g de carne cocida + 20 g de pérdida por cocción (20% de pérdidas por cocción).

100 g de carne magra cruda + 20 gramos de agua → 88 g de carne cocida + 32 g de pérdida por cocción (26,7% de pérdida por cocción de la mezcla total, pero 8% de incremento del rendimiento de la carne cocida).

El máximo efecto se obtiene cuando el agua se inyecta en la carne (como el ejemplo de más arriba), pero cociendo la carne "húmeda", es decir sumergida en líquido como opuesta a la cocción "seca".

La sal en la carne y en los productos cárnicos

- Da sabor y olor (agradable hasta 2-3%).
- Limita el crecimiento microbiano.
- Interactúa con las proteínas de la carne magra aumentando la retención de agua, rendimiento, etc.; ligazón incrementada de la carne, mayor cohesión; incremento de la ligazón de grasa; y cambios de textura.

Estos efectos se describen a continuación.

(a) Aumento de la retención de agua, rendimiento, etc.

Las pérdidas por cocción son las mínimas cuando el contenido de sal, expresado como porcentaje del agua total en la mezcla, incluyendo el contenido de agua de la carne magra, se encuentra entre el 5-8%. A estas concentraciones las proteínas miofibrilares están disueltas y se pueden extraer de la carne; en casos extremos se forma un exudado viscoso en la superficie de la carne.

Los incrementos en rendimientos y las reducciones de las pérdidas por cocción se consideran que resultan de los cambios estructurales dentro de las fibras musculares puesto que alguna de las proteínas es solubilizada o extraída (con o sin la formación de exudado), durante el proceso de cocción.

b) Aumento de la ligazón de la carne.

La proteína extraída en solución, forma un cemento entre los trozos de carne, que los pega. Al estado crudo la carne llega a ser más pegajosa y cohesiva; al cocerla se forma una masa más o menos sólida.

c) Aumento de la ligazón de la grasa.

Con un moderado picado la carne magra puede formar una red gruesa, como en el anterior epigráfico (b), dentro de la cual las partículas de grasa se mantienen físicamente. Con un picado mayor, la grasa libre se puede emulsionar con la proteína solubilizada del magro picado. No obstante, en casos donde hay presente mucha grasa, la carne magra no puede formar una matriz continua; el sistema puede llegar a ser en cambio una especie de masa grasa o "grasa continua" y perder grasa fácilmente al cocer.

(d) Cambios de textura.

Puesto que la sal actúa sobre las fibras musculares magras, que llegan a estar más solubilizadas, la naturaleza fibrosa de la carne disminuye y el producto se hace más gelatinoso o gomoso; por ejemplo una salchicha tipo frankfurt, en la que la unión debe ser muy buena, y la textura completamente gelatinosa y no fibrosa.

Se ha de observar que "sal" en todos los casos señalados se refiere siempre a cloruro sódico (ClNa).

Los fosfatos en los productos cárnicos

Los fosfatos más comunes son:

Ortofosfatos	PO_3^{3-}
Pirofosfatos	$\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$
Tripolifosfatos	$\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}$
Polifosfatos de cadena larga, por ejemplo "Calgon"® $[\text{PO}_4^{3-}]_n$ donde $n=8-15$	

Solamente los polifosfatos y tripolifosfatos son significativos en la tecnología de la carne.

Los fosfatos solos ejercen una acción como la sal sobre el rendimiento, etc.; 0,3% de tripolifosfato tiene un efecto similar al 0,7% de cloruro sódico. No obstante, es por lo general más barato utilizar sólo sal que fosfato solo.

Además de sus pequeños efectos directos sobre la unión de agua, los pirofosfatos y tripolifosfatos actúan **en presencia de la sal** para incrementar en gran medida su efecto sobre las proteínas de la carne magra, es decir incrementan los efectos que la sal tiene sobre la reducción de las pérdidas por cocción, rendimientos, etc., así como sobre la unión de la carne, la unión de la grasa, la mejora de la textura, o actúan catalíticamente, acelerando los efectos de la sal y permitiendo los mismos resultados en menor tiempo.

La combinación de estos fosfatos con la sal es la más efectiva en carnes ligeramente calentadas (por ejemplo jamones pasteurizados), y menos efectiva en productos esterilizados.

El sabor y olor de fosfato es amargo y normalmente se considera desagradable al 0,3-0,5%.

Efectos de la adición de agua, sal y fosfatos

El Cuadro 2.2 muestra las pérdidas por cocción y los rendimientos correspondientes encontrados en experimentos de laboratorio en los que se elaboraron varias mezclas de carnes magras, agua, sal y fosfatos de tres formas diferentes.

Cuadro 2.2 Pérdidas por cocción y rendimientos de varias mezclas de carnes (datos de Ranken, 1984).

Mezcla nº	Contenido de la mezcla	No calentada (mantenida 24 horas a 5°C)	Pasterizado(industrialización del jamón)	Esterilizado ($F_0=3$)
1	100 Solamente carne	Pérdidas 0 Rendimientos 100	Pérdidas aproximadamente 20. Rendimientos aproximadamente 80	Pérdidas aproximadamente 30. Rendimientos aproximadamente 70
2	100 carne + 20 agua	Pérdidas 4-10 Rendimientos 110-116	Pérdidas aproximadamente 28 Rendimientos aproximadamente 90	Pérdidas 35-45 Rendimientos 75-85
3	100 carne + 20 agua + 2 sal	Pérdidas 0 Rendimientos 122	Pérdidas 20-25 Rendimientos 97-102	Pérdidas 28-45 Rendimientos 77-96
4	100 carne + 20 agua + 0,3 fosfatos	Pérdidas 2-6 Rendimientos 14-118	Pérdidas 22-28 Rendimientos 92-98	Pérdidas 30-45 Rendimientos 75-90
5	100 carne + 20 agua + 2 sal + 0,3 fosfatos	Pérdidas 0 Rendimientos 122	Pérdidas 12-20 Rendimientos 102-110	Pérdidas 25-40 Rendimientos 82-97

Notas

- (1) Mezclas elaboradas con 100 partes de carne porcina en cubos, inyectadas con las cantidades de agua, sal y tripolifosfato sódico en las cantidades mostradas. Las pérdidas por goteo y cocción y los rendimientos medidos lo son bajo condiciones de laboratorio; los valores dados son aproximados. Todas las pruebas se repitieron tres veces.

- (2) La amplitud de la variación en la mayor parte de los experimentos (tres resultados cada vez) es muy alta. Esto es probablemente resultado de la ligera desigualdad de composición entre los cubos de carnes individuales en cada experimento. Se pueden esperar variaciones en las condiciones de industrialización por razones similares.
- (3) La incorporación de solamente agua incrementa los rendimientos en cada caso.
- (4) La adición de sal, sin fosfato, produce incrementos adicionales de rendimientos en cada caso.
- (5) La adición de fosfatos sin sal también produce incrementos en los rendimientos, menores que los producidos por la sal sin fosfatos.
- (6) La sal y los fosfatos conjuntamente producen incrementos de rendimientos, más grandes que los efectos combinados de la sal y fosfatos individualmente.
- (7) Como era de esperar, las pérdidas son más grandes y los rendimientos más bajos cuando las mezclas se pasteurizan, y más cuando se esterilizan. Los efectos de la sal y fosfatos son también más pequeños en las muestras esterilizadas.

Formas de acción de la sal y de los fosfatos

Sal (Cloruro sódico)

Se puede decir que la acción de la sal es “solubizante” o “hidratante” de las proteínas miofibrilares actina y miosina. Las pérdidas más bajas por cocción se obtienen cuando la concentración de la sal en el agua, incluyendo el agua presente en la carne, está entre 5-8%. Estas son también las concentraciones a las cuales se pueden extraer experimentalmente soluciones miofibrilares de la carne magra.

Otras sales inorgánicas

Todas las sales inorgánicas incrementan la capacidad de retención del agua de la carne en la misma forma. Esta propiedad se muestra en proporción a la fuerza iónica de la sal en solución. La fuerza iónica es función del tamaño y carga eléctrica de los iones componentes de la sal.

El citrato sódico y el cloruro potásico se emplean algunas veces como “coadyuvantes”; al añadir a la sal común, potencian los efectos de la sal sin incremento excesivo del sabor y olor a salado. La mayor parte de otras sales inorgánicas son tóxicas o demasiado costosas para tal utilización.

Fosfatos

- En ausencia de sal, los fosfatos tienen solamente su propio efecto de “fuerza iónica”, que es muy pequeño (ver Cuadro 2.1.).
- Actúan sinérgicamente o catalíticamente con la sal. Pequeñas concentraciones, 0,3% o menos, son suficientes, si se distribuyen adecuadamente. Se utilizan a veces concentraciones más altas en la práctica para tener en cuenta la falta de uniformidad en su distribución.
- Los fosfatos efectivos son pirofosfato, tripolifosfato y algunos fosfatos superiores. Para conseguir el efecto deseado en su acción, dependen de la hidrólisis a difosfato (pirofosfato) por las fosfatases de la carne. Todos los fosfatos se hidrolizan a ortofosfatos en 24-48 horas por las enzimas de la carne. El mismo ortofosfato no es un catalizador efectivo del efecto de la sal, pero el efecto de los fosfatos superiores permanece aún después de haber sido convertido en ortofosfato. La acción puede ser un mecanismo de “disparo”, posiblemente ligado con la fase de hidrólisis pirofosfato → ortofosfato, aunque no hay una explicación clara de su actuación.

- Se ha de observar desde el punto de vista práctico, que los fosfatos son solubles en soluciones salinas sólo con dificultades, pero se disuelven más fácilmente en agua natural; las soluciones de las mezclas deberán por lo tanto hacerse disolviendo primero los fosfatos.

Industrialización de la carne cuando aún está "caliente"

La carne picada con sal inmediatamente después del sacrificio tiene una alta capacidad de regencia de agua (CRA). Parece ser debido a que la adenosina trifosfato (ATP) se encuentra todavía presente en la carne en ese momento. La acción parece ser similar a la correspondiente a los polifosfatos inorgánicos.

Penetración y distribución del agua y de sales en los productos cárnicos

Dado que el efecto de la sal parece ser principalmente el resultado de la interacción química con la proteína cárnea (hidratación o solubilización), está claro que el máximo efecto se obtiene cuando la sal llega a estar uniformemente distribuida a través de la estructura fina de la carne y en íntimo contacto con la proteína. El mismo razonamiento resulta cierto para la acción de agua, fosfatos y otras sales.

El rendimiento óptimo se consigue cuando la concentración de sal es uniforme por toda la carne magra e idealmente del 5-8%, respecto al contenido en agua.

Varios factores son los que afectan a la penetración:

- **Picado.** Cuanto más pequeñas sean las partículas cárnicas, más fácil y más rápida será la penetración de otras sustancias.
- **Inmersión o inyección.** Si las piezas grandes de carne, por ejemplo jamones, se curan por inmersión en una salmuera, se han de tener el tiempo suficiente para que la sal y el agua penetren bien, antes de la cocción del producto.
- **Tiempo.** Manteniendo la carne magra no tratada, o carne con moderadas cantidades de agua añadida, hasta 3 días antes de la cocción no se consigue una mejora apreciable de los rendimientos a la cocción; sin embargo, con agua añadida en presencia de sal o sal más fosfatos, los rendimientos pueden aumentarse en un 3-4 % en comparación con las mismas mezclas industrializadas sin demora. En los procedimientos modernos donde la salmuera se inyecta en la carne antes de la inmersión para acelerar el proceso del curado, se requiere todavía tiempo para permitir la penetración desde los lugares de inyección dentro de la carne que está entre ellos.
- **Acción mecánica.** Esta acción incrementa la penetración por una combinación de frotamiento de las superficies de la carne y doblamiento de las piezas cárnicas. Así tenemos:

A.- **Malaxado o golpeado** es el procedimiento más comúnmente utilizado.

Malaxado o golpeado durante períodos cortos, especialmente con mezclas con sal o sal más fosfatos, produce un aumento mayor en el rendimiento a la cocción que

manteniendo las mismas mezclas durante varios días sin movimiento. Más adelante veremos las máquinas que se utilizan para llevar a cabo este tratamiento mecánico. El malaxado o golpeado también produce un exudado de la carne que es importante para la ligazón de la misma. Esto se considera con más detalle en el epígrafe dedicado a la formación de exudado.

B.- Otras formas de acción mecánica, tales como mezclas, flujos en tuberías, picado, picado y amasado, etc. (además de la acción del corte). En todos estos casos tiene lugar un resionado, prensado etc., de la carne, con resultados similares al malaxado o golpeado.

Efectos de la grasa sobre la retención de la humedad

(a) La grasa de "marmoreo" presente en la carne magra (alrededor del 3-10%), así como la grasa libre presente en las mezclas de carne, pueden tener un pequeño efecto directo en reducir las pérdidas de humedad de la carne magra. La reducción no obstante es pequeña y se puede ignorar en la práctica. "Carne magra" se considera en el comercio como aquella que lo es en un 90-100% de forma visual ("Visualmente magra", VM). La carne que se utiliza normalmente para la fabricación contiene también grasa "visual". Por ejemplo "85% VM", con aproximadamente 15% de contenido en grasa. También tenemos "carne semimagra" o "50% VM", con aproximadamente 50% de contenido en grasa.

(B) Un efecto más importante es parcialmente aritmético y aparece si se permite variar el contenido graso de la carne utilizado en la receta. Si el contenido de la grasa se incrementa, con ningún otro cambio:

El contenido de carne magra decrece, el agua presente en la carne magra decrece, el agua total en la receta decrece, el contenido de sal en el agua aumenta y por lo tanto, las pérdidas de agua al cocer pueden decrecer y los rendimientos se incrementan. Todo ello es debido a que hay menos agua total para empezar en la mezcla, a causa del aumento de concentración de la sal en el agua y además hay un ligero aumento del efecto de la sal en el agua debido a la presencia de grasa como en (a).

Naturalmente la pérdida de grasa es mayor a causa del más alto contenido en grasa.

RETENCIÓN DE LA GRASA

Pérdidas por cocción del tejido graso

Si una pieza de carne se asa o una loncha de bacon se frie, está claro que cuando la acción del calor se ha completado, la mayoría de la grasa original se encuentra todavía en su lugar original. La grasa es retenida dentro de la estructura del tejido graso aún cuando se haya hecho líquida completamente durante la cocción y se podía esperar que hubiera escurrido, si esto fuera posible.

Para que puedan presentarse pérdidas de grasa en un producto cárnico, la primera condición es que en algún momento se hayan roto las células del tejido graso y se halle liberado su grasa interior. La grasa tras la liberación se denomina **grasa libre** para distinguirla de la grasa mantenida en el interior del tejido graso.

En gran medida, los factores que controlan las pérdidas de grasa operan independientemente de los que controlan las pérdidas de agua. La principal consideración se ha de hacer sobre las condiciones bajo las cuales las células del tejido graso se rompen; otros factores son secundarios o sin importancia.

Efectos de la división

Cortado, cubos de carne, lonchado, etc.

Si la grasa se corta limpiamente en piezas, el peso de la grasa perdida se corresponde exactamente con el valor calculado para el número de células cortadas al elaborar las piezas. Es decir, el número de células cortadas es el único factor significativo que controla las pérdidas por cocción. El efecto es independiente de la blandura del tejido graso, ya que las células de todas las clases de tejido graso son aproximadamente del mismo tamaño. Para un cubo de 1 cm la pérdida es aproximadamente del 6%.

Picado

El picado conduce a pérdidas muy variables de cocción, dependiendo de varios factores:

- (a) Blandura de la grasa. **Cuanto más dura es la grasa más grande es la pérdida.**

Cifras características se proporcionan en el Cuadro 2.3.

Cuadro 2.3 Pérdidas de grasa por cocción en grasa de cerdo picada (datos de Ranken, 1984).

	Pérdidas por cocción
Grasa de pieza	20-26%
Grasa dorsal, blanda	29-38%
Grasa dorsal, dura	49-73%
Grasa intestinal (flare fat)	85-86%

Las causas de las variaciones incluyen:

- Cuanto más fuertes son las paredes celulares que encierran a la grasa blanda más resistentes son al daño cuando pasan por la picadora.
- Los contenidos más blandos de las células las hacen más flexibles y más capacitadas para evitar el daño.

- (b) El diseño, ajuste y estado de la picadora también influye sobre las pérdidas. Esto puede afectar al resultado, pero no de forma muy predecible, en las formas siguientes:

- Mayores aperturas y holguras, incluyendo aquellas provocadas por el uso, permitirán que más material pase sin daño por las superficies de la picadora.
- Los fallos para cortar otros tejidos conectivos limpiamente pueden originar tiempos más largos de estancia, superiores turbulencias y más grandes riesgos de daño.

- (c) Temperatura del picado (ver más abajo).
- (d) Presencia de otros productos (agua, carne, etc.) en la picadora (ver más abajo).

Picado y amasado (cutter)

El picado y amasado en una cutter produce una mayor cantidad de cortes limpios en el material, junto con una agitación vigorosa.

Picado y amasado solamente de tejido graso, que previamente ha sido cortado en cubos o en grandes piezas. Esto proporciona pérdidas relacionadas con:

- Grado de división (es decir, duración del proceso en la cutre), afectado en algún grado por el afilado, ajuste y forma de las cuchillas.
- Blandura de la grasa. El efecto es menos marcado que con la picadora; es notable después de cortos tiempos de cortado y amasado (es decir con corte y amasado grueso), pero las diferencias pueden desaparecer con cortados y amasados más largos.
- Algunas cifras características se dan en el Cuadro 2.4.

Cuadro 2.4 Pérdidas de grasa por cocción de grasas cortadas y amasadas (datos de Ranken, 1984).

Pérdidas de grasa, g/100 g de tejido graso, picado - amasado en seco.							
Tiempo	10 s	30 s	1 min.	2 min.	3 min.	4 min.	5 min.
Carne de cerdo blanda							
Grasa dorsal N°1	6	16	29	44	47	49	53
N°2	-	-	27	39	49	57	69
Carne de cerdo dura							
Grasa dorsal	11	24	43	60	69	73	75
Grasa espalda vacuna							
Nº 1	-	42	52	59	71	79	84
Nº 2	-	44	54	64	74	81	83

Picado - amasado de los tejidos grasos solamente, después de un picado previo

Esto tiene los efectos siguientes:

- El daño causado por el picado-amasado comienza al nivel ya causado por el picado previo.
- Con grasas duras, ya grandemente dañadas por el picado, el picado - amasado causa pocas pérdidas más por cocción.
- Con grasas blandas, menos dañadas por el picado, tiempos de picado-amasado cortos (menos de 1 minuto) pueden todavía dar solamente moderadas pérdidas por cocción. El tiempo de picado-amasado que da el máximo de pérdidas (del orden del 80%) es más corto con la grasa picada previamente que con la grasa no ha sido picada.

Congelación antes del picado

- Cuando se procede al picado de la carne congelada, y luego se descongela, no se producen pérdidas por cocción o, caso de producirse, son muy pequeñas (ver Cuadro 2.5).
- En la congelación seguida del picado en el propio estado congelado, hay pérdidas importantes de grasa en el posterior proceso de cocción.
- Cuando a la congelación sigue un picado – amasado, en el propio estado congelado, las pérdidas que se producen en la cocción son más grandes que por picado al estado congelado.

Enfriamiento antes del picado

A temperaturas ligeramente por encima del punto de congelación del agua, las pérdidas por picado son más bajas que a más altas temperaturas. Algunas cifras características son las siguientes:

Cuadro 2.5. Efectos de la congelación y picado sobre las pérdidas de grasa por cocción; las pérdidas por cocción se expresan en porcentaje de tejido graso. (Datos de Ranken, 1984. Los resultados en la misma línea horizontal se refieren a la misma muestra de tejido graso).

Tejido graso de cerdo	Picado no congelado	Picado descongelado	Picado congelado	Picado – amasado no congelado	Picado – amasado descongelado	Picado – amasado congelado
Papadas	11.4	9.7	71.2	19.6	22.3	77.4
Dorso	21.3	20.6	77.4	45.1	47.3	83.1
Intestinos	75.9	73.2	75.0	82.6	85.0	82.4

Notas:

En la grasa congelada es el contenido de agua del tejido conectivo la que está congelada, haciendo las células completamente rígidas (la temperatura de congelación actual, en la gama -5 a -25°C no implica diferencias).

El picado en este estado causa casi completa destrucción de las células y liberación de la grasa de los lípidos.

Para la grasa intestinal dura las pérdidas fueron más altas cuando se picaban en el estado descongelado, y el picado cuando estaba congelado no originaba más diferencias.

Temperatura del picado	3°C	5°C	17°C
Pérdidas de grasa en la cocción	58%	48%	38%

Con el picado – amasado, el efecto es parecido pero inferior (es decir, pérdidas más bajas a más altas temperaturas de picado – amasado).

La explicación es que mientras el contenido de agua de las paredes celulares no está congelado a algunas de esas temperaturas (no obstante las paredes celulares permanecen flexibles), el lípido en las células es más sólido a más bajas temperaturas, lo que hace las células relativamente más rígidas.

Picado en presencia de agua

En presencia de cantidades moderadas de agua el tejido graso de cerdo se puede picar - amasar con poco o ningún incremento en las pérdidas de grasa en la cocción posterior (Figura 2.2). Esto es probablemente debido a:

- El agua ablanda el tejido conectivo entre las células grasas.
- La mezcla más fluida permite a las células grasas evitar el filo de corte de las cuchillas.
- El efecto combinado de estos factores es desagrupar las células grasas individuales o agrupar las células en lugar de cortarlas (ver la Figura 2.2).

El daño a las células grasas se reduce en la misma forma cuando la grasa de cerdo se pica y amasa en presencia de otro material húmedo y fluido, como por ejemplo carne magra picada.

En el caso de **grasas de vacuno**, no obstante, el picado - amasado en presencia de agua causa un pequeño aumento en las pérdidas durante cocción. Esto puede ser porque las paredes celulares son tan delgadas que cualquier ablandamiento por el agua las hace no más flexibles (como es en el caso de la grasa de cerdo), sino más frágiles.

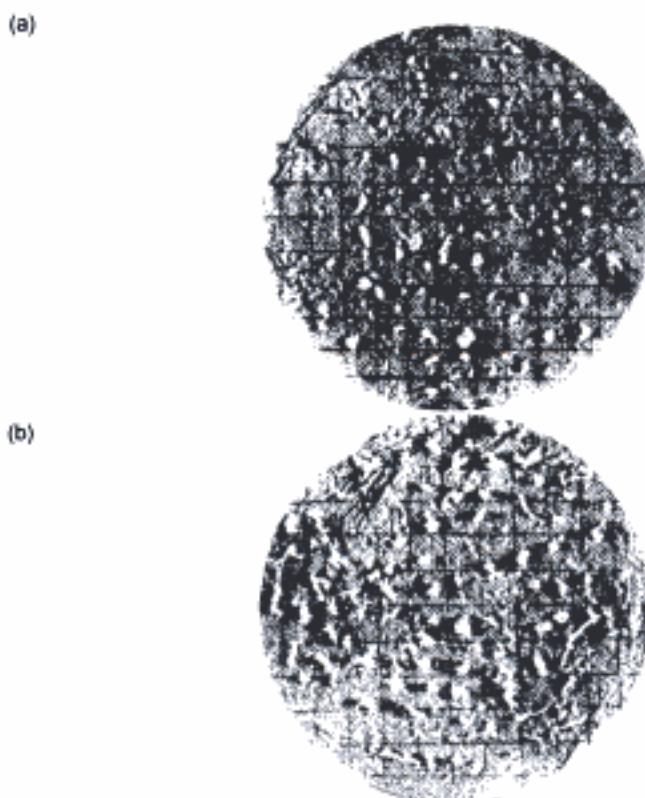


Figura 2.2 Muestras de grasa dorsal de cerdo retenida en papel de filtro marcado en centímetros cuadrados. (a) Picado - amasado 4 minutos sin agua añadida. (b) Picado amasado 4 minutos con agua añadida, 50 g por 100 g de grasa (de Ranken 1984).

Efectos del calentamiento en la elaboración de productos cárnicos

El calor daña las células

Con el microscopio se puede observar que las células grasas individuales se rompen y pierden su contenido cuando la temperatura se eleva entre 40 y 80°C. No obstante, esto no parece suceder de manera fuerte en los productos cárnicos.

Fusión de la grasa

La fusión de la grasa se presenta aproximadamente a 35-40°C, dependiendo del tipo y composición de la grasa. Cuando la grasa se funde es capaz de escapar de las células de los tejidos grasos si han sido dañadas, convirtiéndose en "grasa libre". Esta *grasa libre* puede escapar de los productos cárnicos a menos que el producto se haya elaborado con una estructura capaz de retenerla.

Unión de la grasa libre

Emulsiones preformadas

Las emulsiones preformadas se elaboran algunas veces como productos intermedios en la formulación de embutidos, hamburguesas, etc. Su función es convertir el exceso de grasa porcina, recortes, etc., en una forma estable que pueda ser picada o picada - amasada e incorporada a otros productos sin dar lugar a pérdidas significativas de grasa al calentar.

Emulsiones preformadas a base de soja

La estabilidad de las emulsiones preformadas con soja se rige por los factores siguientes:

- La grasa que permanece en sus células de tejido graso no requiere ser estabilizada. En la formulación, por tanto, la grasa que se estabiliza (emulsiona) es solamente la *grasa libre* liberada cuando el tejido graso se pica. En una receta típica representa aproximadamente el 50% del tejido graso.
- La grasa libre se mantiene en una matriz soja - agua en la cual la razón del contenido en proteínas respecto al agua, determina la proporción de grasa que se puede mantener en una forma termo - estable. Una relación proteínas - agua que es la adecuada para una determinada cantidad de grasa libre, puede ser inadecuada si la proporción de grasa libre aumenta.
- Las diferencias en el procedimiento de picado, temperaturas, uso de grasa congelada, etc., puede alterar la proporción de grasa libre para la misma cantidad de tejido graso.

Para un *aislado de soja* la composición de mezclas estables al calor se señalan en la región A de la Figura 2.3. Otros productos de soja dan diagramas similares.

Una fórmula típica es:

Grasa dorsal de cerdo	50 partes
Agua	50 partes
Proteína (aislado de soja, por ejemplo)	6-10 partes

Se deberá picar y amasar a alta velocidad hasta que se forme una crema fina. Para los aislados de soja lo mejor es emplear agua fría. La matriz proteína - agua se pone a calentar para formar una masa sólida que atrapa la grasa libre.

Esto no es una verdadera emulsión y sus propiedades no se comprenden todavía con claridad.

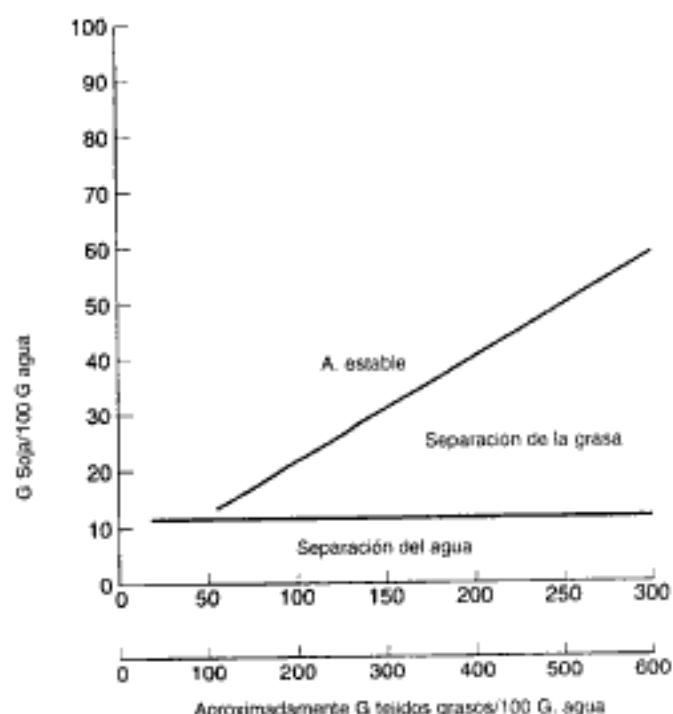


Figura 2.3 Estabilidad de las emulsiones agua-grasa-soja (de Ranken, 1984).

Emulsiones preformadas a base de caseinatos

Las emulsiones a base de caseinatos parecen ser verdaderas emulsiones en comparación con las de productos de soja. En frío, aproximadamente un 20% de caseinato respecto al contenido de agua es satisfactorio para igualar las proporciones de agua y grasa; esto es una fórmula "5:5:1" de agua: grasa: caseinato. Con agua caliente (95°C) la proporción de caseinato se puede reducir a 0,6 (como en las fórmulas a base de soja).

Emulsiones preformadas a base de cortezas

También se pueden elaborar emulsiones preformadas con cortezas de cerdo como agente emulsionador. Las cortezas son precocidas, ordinariamente juntas con la grasa, durante 1 a 1,5 horas en agua caliente o hirviendo. Despues se utilizan en caliente. La

inclusión de una pequeña proporción de aislados de soja o caseinato sódico produce una mejor emulsión. Las proporciones típicas son:

Grasa dorso cerdo*	7*	7*	14
Cortezas desengrasadas*	7*	7*	7
Aislados de soja		1	
Caseinatos			1
Agua	7	7	14

* También 14 partes de cortezas grasas (50% de grasa).

Si la emulsión no se utiliza inmediatamente, se debe enfriar rápidamente y mantenerla fría para evitar alteraciones o pérdidas de firmeza debido a la presencia de soja.

También se pueden elaborar emulsiones sobre principios similares, utilizando piel de pollo en lugar de cortezas porcinas.

Efecto de la sal

Las emulsiones proteína - grasa por lo general no se conservan muy bien, unas veces debido al poco cuidado que se tiene con los ingredientes antes de la elaboración, y otras porque tiene lugar algún calentamiento durante la producción, que dificulta el posterior enfriamiento del producto. La sal mejora la conservación (se debe utilizar un 2% de sal, aproximadamente).

No obstante, la sal interfiere en la formación de la emulsión, por lo que debe ser añadida al final del proceso de picado - amasado, cuando ya está formada la emulsión. Se debe permitir un mezclado final durante 30 segundos para incorporar la sal uniformemente.

“Emulsiones” cárnicas

(Estas mezclas se refieren como “brat” en inglés aunque no es la adecuada traducción de la palabra alemana, que significa “asado” o “parrilla”. Los franceses utilizan el término pasta).

En estas mezclas, no debe existir grasa libre unida a la carne magra, para que no se pierda durante el proceso de cocción. La carne magra debe elaborarse para formar una **matriz** capaz de mantener la grasa; al mismo tiempo, el material magro y la matriz se han de ligar al producto, para ligar al agua añadida y proporcionar estructura cárnea adecuada.

No obstante existen requerimientos conflictivos. Las condiciones que producen los mejores efectos de ligazón (por ejemplo el intenso picado y amasado) son también las condiciones que aumentan la cantidad de grasa libre que se ha de ligar a la mezcla.

Existen formas de evitar estos problemas en productos cortados gruesos y en productos finamente picados y amasado, como veremos más adelante (Tabla 8.1).

En el caso de productos grosera o moderadamente picados, la tecnología está diseñada para la retención máxima de la estructura celular del tejido graso. Para minimizar la producción de grasa libre de los tejidos grasos, se debe tener en cuenta lo siguiente:

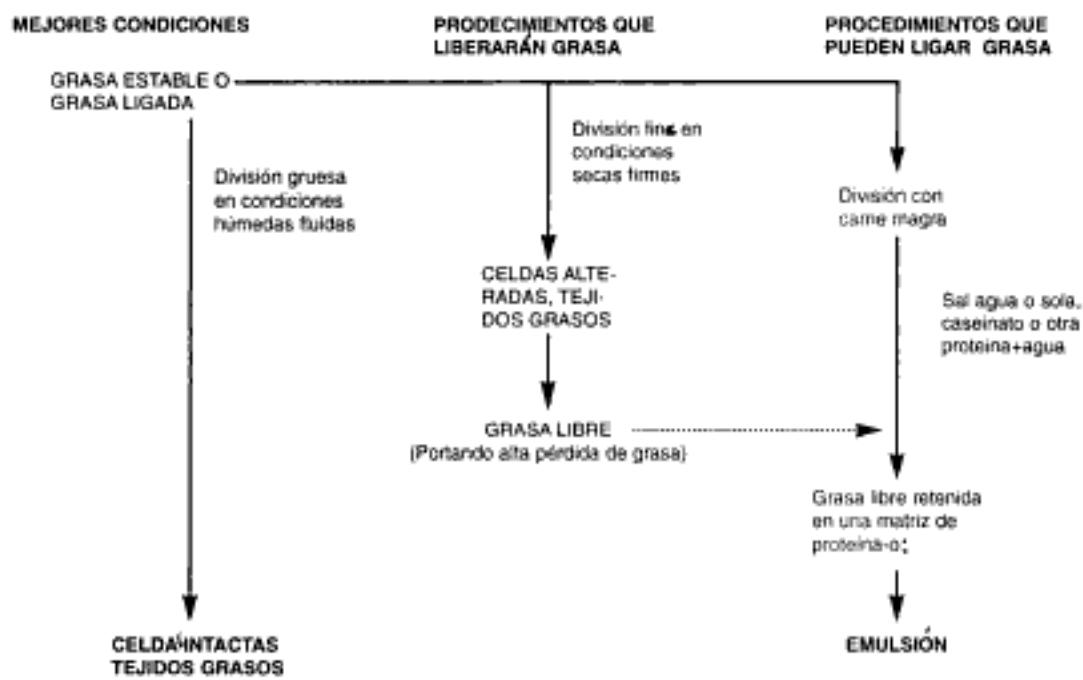


Figura 2.4 Ligazón de la grasa en los productos cárnicos (resumen).

- Utilizar grasas blandas.
- No congelar las mezclas.
- Evitar el picado.
- La grasa porcina deberá ser desmenuzada con agua o mezclas cárnicas de baja viscosidad.
- La grasa deberá desmenuzarse tan tarde como sea posible en el proceso.

En el caso de *productos finamente picados y amasados* ("productos de emulsión") se produce un considerable aumento de grasa libre durante el picado - amasado, pero la grasa libre deberá ser retenida por la matriz carne magra - agua - grasa que se produce al mismo tiempo.

Estas características se resumen en la Figura 2.4.

Grasas en pastas de carne y patés

La grasa en el cuerpo de un paté o pasta está principalmente o en su totalidad en forma libre. No está firmemente mantenida en la matriz de carne magra, pero está aparentemente adsorbida sobre las partículas de carne magra. Actúa como un lubricante plástico entre las partículas de carne cocida, dando al producto su untabilidad.

Hay un contenido máximo de grasa (aproximadamente 15%) que se puede mantener en esta forma. A niveles más altos la separación de grasa tiene lugar cuando el producto se somete a cocción. En algunas pastas y patés se acepta esto deliberadamente y se deja que la grasa forme una capa en la parte superior.

Otras cuestiones

Problemas prácticos relacionados con la blandura de los tejidos grasos se tratan en otras partes del libro (por ejemplo loncheado del bacon, enranciamiento).

TEJIDO CONECTIVO

Tejidos conectivos duros, difíciles y desagradables de masticar, se encuentran en:

- Carnes de animales viejos, por ejemplo carne de vaca.
- Carnes tales como las faldas de vacuno o diafragma donde no hay huesos para proporcionar soporte al animal vivo.

Estos tejidos conectivos se pueden ablandar y volverlos más aceptables al gusto mediante una prolongada cocción con agua. Las recetas domésticas para los estofados o guisos están hechas para conseguir este ablandamiento. Algunos procedimientos industriales como los utilizados en la fabricación de carnes enlatadas pueden también conseguirlo.

No obstante, muchos productos cárnicos no son cocidos en tales formas, pero necesitan ser elaborados con carnes que contengan tejido conectivo duro. Aquí el problema de la dureza debe afrontarse mediante la disgregación del tejido conectivo para producir fragmentos pequeños que precisen menor masticación.

Puede ser adecuado picar la carne, pero al menos que las hojas de las picadoras y placas estén afiladas, la operación puede resultar difícil, llegando a bloquear la máquina. El picado - amasado en una "cutter" (también con cuchillas) o molinos da mejores resultados.

LIGAZÓN DE LA CARNE

Alguna ligazón se produce cuando las superficies de trozos de carne magra entran en íntimo contacto. Esto no precisa que se haga bajo presión pero dicha ligazón aumenta si se aplica presión. La ligazón es más fuerte si:

- Hay exudado de carne sobre una o ambas superficies (4-9% de la carne total parece ideal).
- La mezcla se calienta a 65°C o más.

Las ligazones entre tejidos conectivos intactos tales como vainas musculares o piel (ejemplo cortezas porcinas) son más bien pobres, pero los tejidos conectivos, la grasa libre o los trozos de tejidos grasos, se pueden incluir en una mezcla ya ligada en una matriz por el exudado de la carne.

Medida de la ligazón

La extensión y fuerza de la ligazón se valora de forma subjetiva cortando delgadas lonchas del producto cocido y observando si las lonchas se rompen o no, bien espontáneamente o por el empleo de una pequeña fuerza.

Formación de exudado

Malaxado y golpeo

Estas son las formas más comunes de acción mecánica utilizada en la moderna tecnología para la formación de exudados. Son esencialmente similares, pero el malaxado es más suave que el golpeo (Ver las Figuras 9.1 y 9.2 con las descripciones de las máquinas utilizadas). El exudado también se puede formar por otras formas de acción mecánica.

El exudado consiste en una solución de sarcoplasma y proteínas miofibrilares con 5-8% de sal.

Comportamiento de las diferentes carnes

- Las carnes más "blandas" producen exudado más fácilmente en condiciones comparables. Así tenemos que las carnes de cerdo y aves producen exudado más fácilmente, mientras que las carnes de pavo, ovino mayor y vacuno producen exudado no tan fácilmente.
- No se produce exudado en las superficies musculares con el tejido conectivo intacto. Los cortes e incisiones de la carne por tanto favorecen la formación de exudado y la ligazón.
- Entre las diferentes muestras de carne de las mismas especies o aún del mismo corte de carne, pueden existir amplias variaciones en cuanto a la capacidad de formación de exudado, desde formación copiosa a casi nula. Normalmente, en las condiciones de industrialización, estas piezas se mezclan unas con otras.

Relación entre la formación de exudado y la textura del producto

- La ligazón de la carne aumenta la capacidad de producir lonchas en buen estado del producto cocido; la integridad de las lonchas delgadas es una buena práctica de la efectividad de la ligazón.
- Puesto que el exudado consiste en una solución de proteínas fibrosas de la carne, este se forma a expensas de la fibrosidad de la textura en el producto final.
- Al calentar, el exudado se solidifica en forma de gel; así tenemos que a más exudado, la textura es cada vez más parecida a la de un gel y menos fibrosa.
- Con excesiva formación de exudado, la textura del producto final puede ser completamente elástica.

Exudado de la carne y ligazón de la grasa

- La presencia de exudado puede cementar los tejidos grasos dentro de la mezcla de carne.
- La grasa libre o el aceite se pueden incorporar en un sistema que contiene exudado. No está claro si esta grasa se mantiene en la emulsión verdadera, pero no parece probable.

Ligazón a baja temperatura

Algunos productos cárnicos reformados se elaboran por formación bajo altas presiones a temperaturas cuidadosamente controladas de -2°C o menores.

Carne en escamas se usa normalmente, con o sin la adición de sal. El mecanismo de unión bajo estas condiciones no está claro.

No es probable que la solubilización y extracción de las proteínas pueda tener lugar hasta que el hielo presente en los materiales de partida se funde para formar agua. Esto puede ocurrir debido al calor producido por el trabajo mecánico de los procesos de elaboración. En sistemas de alta presión, dicha presión puede ser suficientemente grande para fundir el hielo momentáneamente. Se pueden producir daños a las células y tejido conectivo bajo la alta presión, lo que puede favorecer la ruptura y extracción de proteínas. De este modo se retiene el agua y se aumenta la ligazón.

Semejanzas y diferencias entre las carnes

Anteriormente han visto las diferencias referentes al golpeado, formación de exudado y ligazón entre carnes de diferentes especies y entre muestras de la misma clase de carne. Diferencias muy amplias en lo referente a las pérdidas por cocción de la carne no industrializada, y en el tamaño de la respuesta al agua añadida, sal, etc., también se pueden presentar entre muestras de la misma clase de carne.

Estas diferencias no se pueden predecir y sus causas no son comprendidas por ahora. En la práctica son normalmente "promediadas" cuando se hacen lotes de tamaños moderados o grandes del producto.

Una influencia aritmética de la grasa sobre el efecto sal – agua – carne magra (ver **Efectos de la grasa sobre la retención de la humedad**), donde el contenido en grasa de un producto puede incrementar la concentración de sal en la carne magra. Un efecto similar puede producirse si existen amplias variaciones en el contenido de tejido conectivo de la carne utilizada. En teoría, si los contenidos de grasa y de tejido conectivo fueran conocidos, estos factores se pueden compensar ajustando el contenido de sal de las recetas.

Dentro de la gama de variabilidad impuesta por los factores citados más arriba, no existe ninguna evidencia de diferencias significativas en el comportamiento entre:

- Carnes de diferentes piezas comerciales, incluyendo las piezas "nobles" no utilizadas normalmente para la industrialización.

- Carnes de diferentes partes de la canal.
- Carnes de diferentes especies animales.

AYUDAS A LA LIGAZÓN

Existen una serie de productos que gelatinizan o coagulan al calentarse, por lo que pueden ser utilizados como coadyuvantes de la ligazón, especialmente en productos baratos con baja proporción de carne magra. Estos productos se utilizan:

- Para ligar la grasa libre y reducir las pérdidas de grasa por cocción.
- Para mejorar la cohesión del producto.

A continuación damos un listado de productos que ayudan a la ligazón y cohesión de los productos cárnicos:

- Plasma sanguíneo.
- Mezclas de fibrina y fibrinógeno, por ejemplo "Fibrimex".
- Extractos de hueso o preparaciones de cartílagos, por ejemplo "Collipro".
- Aislados de soja (proteína de soja con aproximadamente 12% de humedad).
- Concentrados de soja (soja desengrasada, aproximadamente 12% de humedad, 53% de proteína y 32% de carbohidratos).
- Leche en polvo.
- Suero de origen lácteo, en polvo.
- Caseinas y caseinatos.
- Almidones.
- Carragenanos.
- Clara de huevo.

Al escoger un producto para mejorar la ligazón, deben tenerse en cuenta los factores siguientes:

- Utilizar la proporción tecnológicamente necesaria. Los proveedores dan generalmente indicaciones sobre las dosis a utilizar, pero el fabricante de productos cárnicos debe hacer sus ensayos hasta encontrar las dosis con las que, en su caso, obtenga mejores resultados.
- Efectos de esa proporción sobre la textura, sabor y olor del producto.
- Costes de producción.
- Declaraciones de etiquetado requeridas: nombre del producto y descripción, lista de ingredientes, contenido en carne. Se ha de observar en particular que casi ninguno de los agentes ligantes relacionados más arriba pueden ser tenidos en cuenta para contribuir al contenido en carne.

ELABORACIÓN CONJUNTA DE LA CARNE MAGRA, DE LA GRASA Y DEL TEJIDO CONECTIVO

Cuando se elabora un determinado producto cárnico, los principios expuestos en los epígrafes anteriores, se deben tener en cuenta para conseguir un producto final de calidad y con los menores costes posibles. En la mayor parte de las operaciones de elaboración de los productos cárnicos, se ponen en acción uno o ambos procesos mostrados en la Figura 2.5.

PROCESO DE DIVISIÓN	ACCIÓN MECÁNICA
CARNE MAGRA+AGUA+SAL (+ fosfatos)	CARNE MAGRA+AGUA+SAL (+ fosfatos)
+ DIVISION + TIEMPO	+ ACCION MECANICA
producir reducidas pérdidas de agua incremento de rendimientos	producir extracto de proteína o exudado que ligue la carne a: carne tejido graso que pueda emulsionar la grasa libre hacer la textura menos fibrosa

Figura 2.5 Acción de división y mecánica – diagrama resumen.

Aunque para la máxima ligazón de agua la división (picado) fina de la carne magra puede ser deseable, el picado se debe restringir por varias razones:

- Hay productos (hamburguesas, algunos embutidos) en los que es necesario cortar la carne en trozos grandes.
- En determinados productos, puede ser necesaria una textura más fibrosa y menos gelatinosa o elástica.
- Pueden existir problemas de división de grasas (ver “Retención de la grasa”).

Productos tales como hamburguesas y embutidos de corte grueso requieren por lo tanto tener en cuenta que:

- Una ligazón suficiente (exudado) para mantener el producto unido, se puede obtener a costa de que la textura sea más gelatinosa y elástica.
- La retención del máximo de fibrosidad en los fragmentos de carne magra, puede ser a costa de una más pobre ligazón o integridad del producto.

La Figura 2.6 ilustra sobre algunos de estos factores.

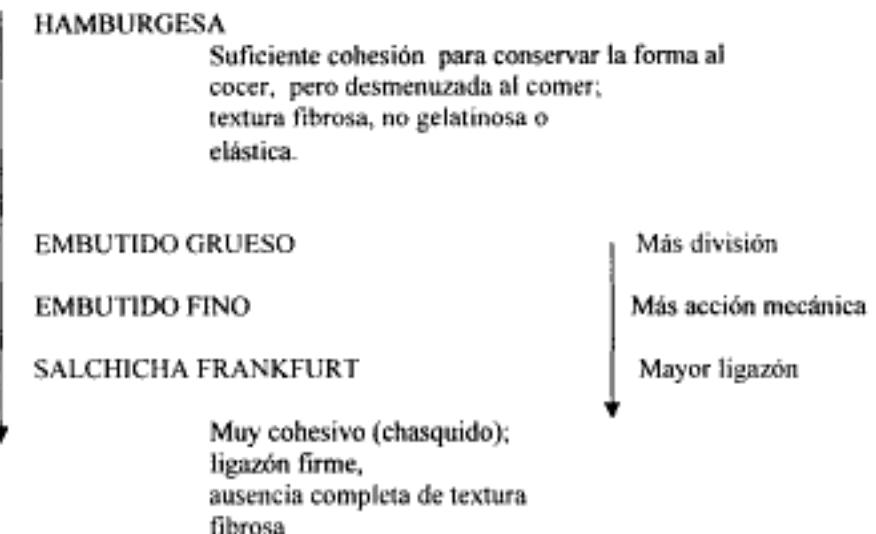


Figura 2.6 Grado de división de los diferentes productos cárnicos.

Ha de observarse también el efecto de las variables del proceso tales como retraso en la elaboración y reprocesado, que tienden a empoorar la textura del producto.

CAPÍTULO 3 EL CURADO DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS

Introducción

La conservación de los alimentos por la curación con sales es muy antigua; se utilizaba por los egipcios aproximadamente en el año 2000 a.C. En su significación original "curación" significaba "salvación" o "conservación". Los procesos de curación de los alimentos por tanto incluyen los procesos de conservación tales como la desecación, el salado y el ahumado. Para los productos cárnicos, el término "curado" se toma ahora habitualmente para significar "conservado con sal y nitrito". Los términos "química del curado" y "reacciones del curado" normalmente se refieren a la formación del color de la carne curada por la acción del nitrito.

PRINCIPIOS GENERALES DE LA CONSERVACIÓN DE LA CARNE

La carne es sensible a la descomposición bacteriana, que produce olores, seguidos de producción de limo y rupturas estructurales. El propósito de la curación es prevenir o retrasar este proceso natural de descomposición. Esto se realiza cambiando las propiedades de las carnes a fin de prevenir el crecimiento de bacterias que de otra manera causarían una rápida descomposición. La composición de la carne se altera principalmente por la utilización de sal (cloruro sódico), nitrato sódico y nitrito sódico. La adición de azúcar, especias, etc., tiene también efectos significativos aunque más pequeños.

A añadir estas sales, las condiciones de desarrollo son menos apropiadas para las bacterias que provocan las alteraciones de la carne, pero son más apropiadas para otras especies de bacterias que pueden tolerar la sal, nitritos, nitratos, etc. El proceso microbiológico neto que ocurre durante el curado consiste por lo tanto en la **sustitución de la flora de la carne** (principalmente pseudomonas) por una **flora de carne curada** (principalmente lactobacilos y micrococos).

La ingeniería de estos cambios, es decir la práctica de la curación, requiere cuidados. Las bacterias no deseadas presentes inicialmente en la carne, deberán estar presentes en cantidades mínimas al comienzo de la curación; después se deben mantener las condiciones que permitan el desarrollo óptimo de las bacterias típicas de la carne curada. Se han de observar los puntos siguientes:

Antes del sacrificio

Los animales descansados tienen menos organismos perjudiciales que los animales que han sido sometidos a estrés por viajes, hambre, pobres condiciones de estabulación, luchas, etc. El cansancio antes del sacrificio puede también producir un alto pH post mortem, que estimulará el crecimiento microbiano incontrolado.

Durante el sacrificio

Es esencial mantener el nivel de contaminación bacteriana de la carne tan bajo como sea posible, por adecuadas medidas sanitarias e higiénicas durante el sacrificio y la evisceración.

Después del sacrificio

La cantidad de bacterias presentes en la canal inevitablemente aumentará, pero el nivel de incremento deberá mantenerse en un mínimo mediante:

- Rápida reducción de la temperatura de la canal (por ejemplo para cerdos a 3-5°C en las 16 horas después del sacrificio).
- Control de la humedad; la atmósfera deberá mantenerse razonablemente seca.
- Corto tiempo de mantenimiento de la carne antes de la curación (aproximadamente 24 horas).

EFFECTOS DE LOS PRINCIPALES INGREDIENTES EMPLEADOS EN EL CURADO

Sal

Acción conservadora

Un nivel del 4% de sal en agua con ningún nitrito u otros aditivos conservará el bacon envasado al vacío en lonchas durante 3 semanas a 5°C. El nivel del 3,5% de sal en agua se considera como el más bajo nivel de seguridad de almacenamiento de carnes curadas enlatadas.

Nota:

4% de sal en agua = 3% de sal sobre carne magra (carne magra con 75% de agua) = aproximadamente a un 1,5% de sal sobre carne grasa con 50% de contenido graso

Efectos microbiológicos selectivos producidos en salmueras

En salmueras de 23-25% de sal (esto es, saturadas con la sal o próximas a la saturación), las bacterias que convierten nitratos a nitritos no son inhibidas. Tales salmueras, conteniendo estos organismos, es una salmuera 'viva' o 'activa', tal como se utiliza por ejemplo, en el curado de productos del cerdo.

Sabor y olor

Alrededor del 3,5-5% de sal en el producto es probablemente el límite superior actual de aceptabilidad, dependiendo del producto. Aproximadamente 1,5-2% es un nivel aceptable usual medio; se ha de observar que es compatible con la concentración precisa para la conservación (ver más arriba).

Ligazón del agua y ligazón de la carne

Los efectos de la sal sobre la ligazón del agua y carne, especialmente cuando se aumentan por acción mecánica, resultan de especial valor en la producción de algunas clases de jamón o combinación de carnes curadas.

Contenido de agua y actividad acuosa

Como la acción conservadora de la sal depende de su concentración en el agua, un aumento de la conservación puede lograrse reduciendo el contenido de agua, esto es por desecación. La relación sal/agua se puede expresar como actividad acuosa (a_w) del sistema. Algunas actividades acuosas se muestran en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1 Actividades acuosas de la carne y de los productos cárnicos.

	a_w
Agua pura	1.0
Carne cruda	Aproximadamente 0.99(0.98-0.99)
Carnes curadas no cocidas con larga vida de almacenamiento sin refrigeración; por ejemplo embutidos secos, jamones crudos tradicionales	Aproximadamente 0.92 (0.70-0.96)
Carnes curadas cocidas con larga vida de almacenamiento sin refrigeración; por ejemplo algunos jamones cocidos	Aproximadamente 0.97 (0.96-0.98)

Existen instrumentos simples (por ejemplo Lufft) para la medida de la actividad acuosa de las muestras de carnes, pero la medida está sujeta a grandes errores (al menos $\pm 0,02$) y resulta difícil obtener resultados reproducibles.

Nitritos

Las sales de nitrito, que normalmente actúan como ácido nitroso no disociado (NO_2H), son poderosos conservadores contra todos los organismos que causan alteraciones, infecciones e intoxicaciones cárnicas; los nitritos son la base de todas las carnes curadas tradicionales y modernas. Desgraciadamente, los nitritos en exceso son sales tóxicas para los seres humanos. Por esta razón las cantidades permitidas en los alimentos han sido limitadas, en las legislaciones sobre aditivos de la mayoría de los países. La Unión Europea también ha dictado normas al respecto (véase los libros "Los aditivos en los alimentos según la Unión Europea y la legislación española", amvediciones.com).

En las décadas de los años 60 y 70, se encontró que los nitritos están implicados también, bajo determinadas condiciones, en la formación de nitrosaminas carcinogénicas. Se está investigando mucho sobre las cantidades necesarias para proporcionar seguridad frente a las bacterias productoras de las infecciones e intoxicaciones alimentarias, incluyendo en particular las esporas de *Clostridium botulinum*, con mínimo riesgo de formación de nitrosaminas. Todos los países tratan de adaptar sus legislaciones a los nuevos descubrimientos que se van produciendo en este campo, cosa que también hacemos en este manual.

Acción conservadora

Productos cárnicos curados no cocidos

Ejemplos de estos productos son bacon no pasteurizado, no ahumado y ahumado en frío. En estos casos, el efecto conservador se debe principalmente al contenido de nitrito residual en el producto. Este disminuye con el tiempo, en una proporción que depende de las temperaturas de almacenamiento. Cuando el nitrito residual se aproxima a cero, ordinariamente se observan las alteraciones en ese momento o poco después, como se observa en el Cuadro 3.2.

Ordinariamente, el recuento aerobio total del bacon alcanzará 10^7 microorganismos por gramo, bien al mismo tiempo que aparece un marcado olor (bacon con bajo contenido de nitrito) o algunas veces antes del olor (bacon con alto contenido de nitrito). Al alcanzar 10^7 microorganismos/gramo, normalmente se incrementan sólo ligeramente (hasta 10^8) o nada. El límite de 10^7 /g proporciona por lo tanto una cierta estimación conservadora de la vida comercial del bacon envasado al vacío.

Es difícil fijar un valor numérico del contenido de nitrito mínimo requerido para dar una vida comercial de almacenamiento, a causa de los muchos factores implicados, algunos de los cuales no pueden ser conocidos en cada caso, como por ejemplo: contenido de sal, contaminación microbiana inicial, temperatura de almacenamiento, etc.

Una tentativa útil se resume en lo siguiente. Si la vida de almacenamiento comercial se define como estable en envases al vacío durante tres semanas a 5°C (esto es con un recuento microbiano total por debajo de $10^7/\text{g}$), entonces un bacon con vida de almacenamiento comercial satisfactoria se consigue por las combinaciones siguientes:

% de sal en agua	Contenido inicial de nitrito (ppm NO ₂ Na)
4	0
2,4	20
2,0	50
1,8	75

Nota: ppm (partes por millón).

Productos cárnicos curados cocidos

Parte del contenido inicial de nitrito (input) se pierde cuando el producto se somete a cocción (34-72% de pérdidas, dependiendo de las condiciones de calentamiento).

Cuadro 3.2 Composición inicial y vida de almacenamiento de bacon envasado al vacío (datos de Ranken, 1984).

Composición inicial			Temperaturas de almacenamiento			
Nitrato (ppm NO ₂ Na)	Nitrito (ppm NO ₂ Na)	% sal en agua	15°C		25°C	
			Días para caer contenido nitrito a 10 ppm	Días para la aparición de olor	Días para caer contenido nitrito a 10 ppm	Días la aparición de olor
0	100	2.0	14	14	7	10
500	100	2.0	23	23	10	7
0	200	2.0	14	28	7	7
500	200	2.0	14	35	3	7
0	50	3.5	7	14	7	7
500	50	3.5	14	14	7	7
0	100	3.5	14	23	7	7
500	100	3.5	23	44	7	7
0	200	3.5	14	28	7	7
500	200	3.5	23	23	10	14
0	50	5.0	14	28	7	10
500	50	5.0	23	44	10	16

Se producen pérdidas posteriores de nitrito, que tienen lugar lentamente y en extensión variable durante el almacenamiento; no es posible facilitar números exactos sobre esto.

Hay un efecto conservador adicional cuando el nitrito y la proteína se someten a tratamiento térmico conjuntamente; es el llamado 'efecto Perigo', nombre de su descubridor. Este efecto es pequeño y no ha sido todavía expresado con claridad numéricamente.

Problemas especiales del nitrito

Cuando se consideran los problemas del nitrito se necesita algunas veces tener en consideración el nitrato por cuanto éste puede proporcionar una fuente de nitritos.

Toxicidad

El nitrito a dosis moderadas es tóxico. Reacciona con la sangre para formar nitrosil-hemoglobina en la misma manera que forma nitrosil-mioglobina en la carne. La dosis letal es aproximadamente 1 gramo para una persona adulta. Su uso es por tanto restringido. En la Unión Europea, en determinados casos y productos, se permiten:

- Nitrato sódico o potásico (E251, E252)
- Nitrito sódico o potásico (E249, E250)

Los niveles permitidos por la Unión Europea para nitratos y nitritos en algunos productos cárnicos se muestran en el Cuadro 3.3.

Cuadro 3.3. Niveles de nitratos y nitritos permitidos por la Unión Europea para algunos productos cárnicos (Del libro “Los Aditivos en los Alimentos”, amvediciones.com).

	Total nitrito + nitrato (mg / kg)*	Máximo nitrito (mg/kg)*
Carnes curadas en envases estériles	150	50
Carnes curadas acidificadas o fermentadas	400	50
Bacon y jamón, no cocido o cocido, pero envasado no estéril	500	200
Otras carnes curadas	250	150

* Expresado como NO₂Na en el producto final

Sal nitritada

En la actualidad, en la mayoría de los países, los nitritos para uso alimentario solo se puede suministrar mezclados con la sal. Las cantidades requeridas para curar se obtienen por lo tanto añadiendo las cantidades adecuadas en sal nitritada. Así tenemos:

Sal de Praga	0,6% de nitrito sódico en cloruro sódico
Pökelsalz (Alemania)	0,6% (anteriormente 0,4%)
Sel nitrité (Francia)	0,6%
Nitrite salt (Reino Unido)	Varias concentraciones, como se especifique por el usuario; 50% en la mezcla de sales, según casos.

Nitrosaminas

Los nitritos reaccionan con determinadas aminas (por ejemplo con los aminoácidos presentes en la carne) para formar trazas de nitrosaminas, la mayoría de las cuales han sido descritas como causantes de cánceres en los animales. Por ello es importante:

- Asegurar que los productos cárnicos contienen cero o mínimas cantidades de nitrosaminas preformadas y producción cero o cantidades mínimas en la cocción.
- Restringir la cantidad de nitrito residual en los productos cárnicos al mínimo tecnológicamente necesario, disminuyendo así las cantidades disponibles para formar nitrosaminas bien con el tratamiento térmico o después de la ingestión por el consumidor.

Nitrosaminas preformadas en el producto o al cocer

Se ha demostrado que la mayor parte de los productos cárnicos contienen o forman poca o ninguna nitrosamina. Las excepciones son los productos curados que contienen grasa, cocidos a relativamente altas temperaturas, especialmente en presencia de aire. Los casos más importantes son:

- Salchichas Frankfurt y embutidos similares (se producen pequeñas cantidades de nitrosaminas).

- Bacon frito, especialmente si se frie hasta formas crujientes (se producen de moderadas a grandes cantidades de nitrosaminas).

Se ha demostrado que en el bacon la formación de nitrosamina depende de:

- La concentración inicial de nitrito (que probablemente afecta a la formación de algunos precursores de las nitrosaminas).
- La concentración de nitrito residual en el momento de la fritura.
- El tiempo de fritura y la temperatura a que se realiza.
- El contenido en grasa (tiene un efecto reducido).

La formación de nitrosaminas se puede reducir mediante el empleo de ascorbato y otros antioxidantes, pero se han de tener en cuenta los efectos adversos de los ascorbatos en el bacon no pasteurizado.

Restricción del contenido de nitrito residual

El contenido de nitrito residual depende de:

- Contenido inicial de nitrito.
- Procedimiento de elaboración, especialmente el calentamiento.
- Duración y temperatura del almacenamiento.
- pH del producto.
- Presencia de ascorbatos, dióxido de azufre, etc.

Se ha de observar también que pueden existir variaciones considerables entre diferentes lotes de carne.

Las relaciones entre las condiciones citadas anteriormente son complejas, y su control es difícil.

Nitrito y formación del color curado en el producto cárnico

(Se estudiará detenidamente en el capítulo 4)

Nitrato

Las formas utilizadas ordinariamente son el nitrato de Chile (nitrato sódico) y el nitrato potásico.

Se pensaba que los efectos del curado eran debidos a los nitratos, pero ahora se sabe que de hecho se deben al nitrito; en las salmueras para el curado de productos cárnicos, el nitrato sirve como una fuente de nitrito.



Esta transformación del nitrato en nitrito requiere la presencia de las bacterias adecuadas, principalmente micrococos y lactobacilos. Si no están presentes, o si otros

tipos están presentes en mayor número, el cambio deseado no se verifica. El cambio es más rápido a temperaturas altas; el nitrato es por lo tanto útil como una fuente de reserva de nitrito en el bacon que puede ser sometidos a altas temperaturas durante su almacenamiento y distribución (por ejemplo, durante la venta en camionetas en los meses de verano).

El mismo nitrato parece tener un poder de conservación de los productos cárnicos.

Se pueden encontrar pequeñas cantidades de nitratos en la carne que no ha sido curada. Los contenidos de nitratos de algunas muestras de carne porcina no tratada se muestran en el Cuadro 3.4.

Cuadro 3.4 Contenidos de nitratos de carnes de cerdo sin curar (datos de Ranken, 1984).

Contenido de nitrato como ppm NO ₃ K	Número de muestras
0	13
1-30	23
31-60	7
61-80	2
81-90	1

Ascorbato y eritorbato

El ácido eritórbico y los eritorbatos son isómeros ópticos del ácido ascórbico y los ascorbatos, con exactamente las mismas propiedades químicas excepto que el ácido eritórbico y los eritorbatos no tienen ninguna actividad de vitamina C. Los eritorbatos y ascorbatos pueden por lo tanto intercambiarse. La utilización de los eritorbatos en la tecnología de la carne estuvo prohibida un tiempo, pero están ahora permitidos.

Estas sustancias se utilizan para incrementar o acelerar la producción del color en el curado, especialmente en productos curados cocidos. Son de poco valor en los productos sin cocer y pueden ser perjudiciales en algunas circunstancias.

Se ha de observar que su utilización reducirá los contenidos de nitrito residual; puesto que ellos mismos no tienen ninguna acción antimicrobiana, esto reducirá en conjunto el efecto antimicrobiano del nitrito.

Fosfatos

Acción conservadora

Algunos polifosfatos tienen una pequeña acción conservadora adicional a la del cloruro sódico, especialmente cuando se calientan con nitrito, por ejemplo en carnes curadas cocidas. El poder de conservación no es significativo a niveles bajos de contenido de nitrito, de tal manera que el fosfato no se puede utilizar para sustituir al nitrito.

Ligazón del agua, etc.

Los fosfatos que catalizan el efecto de la sal son efectivos a dosis del 0,3%. Algunos consideran el gusto desagradable a este nivel.

Efectos del calor en la elaboración de productos cárnicos

El calor se puede aplicar en varias formas, con independencia de la cocción antes del consumo. Los productos pueden ser:

- Pasteurizados en latas, envasados al vacío o en otros envases.
- Pasteurizados pero no en envases sellados.
- Esterilizados en latas u otros envases sellados.
- Ahumados en caliente.

El calentamiento a temperaturas de 55°C o más (carnes curadas) o 65°C o más (carnes sin curar) tiene una acción conservadora al destruir o inactivar la mayor parte de los organismos productores de alteraciones o nocivos (aunque no las esporas del *Clostridium botulinum*). La magnitud de los efectos depende de otros factores (contenido de sal en el agua, contenido de nitrito, fosfatos presentes, etc.) en una manera compleja.

El ahumado de los productos cárnicos

Además de su fuerte sabor y olor, el humo tiene un efecto conservador y cuando el humo se une a la desecación se produce también un efecto beneficioso de reducción de la actividad del agua.

Influencia de las temperaturas de almacenamiento en la calidad de los productos cárnicos

Cuanto más bajas sean las temperaturas de almacenamiento, más lentos serán los cambios microbianos y más se prolongará la vida de almacenamiento.

El bacon loncheado envasado al vacío, con contenidos medios de sal y nitritos, puede conservarse satisfactoriamente durante:

- 12 semanas a 0°C
- 5-6 semanas a 5°C
- 2-3 semanas a 15°C
- 4-6 días a 25°C

Los bloques de bacon, con sus superficies bien protegidas, se pueden conservar durante períodos de tiempo superiores a los citados.

CAPÍTULO 4 EL COLOR, SABOR Y AROMA DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS

TEORÍA DEL COLOR

Si un rayo estrecho de luz blanca pasa a través de un prisma de cristal, se descompone en una banda como el arco iris de colores de diferentes longitudes de ondas, demostrando que la luz blanca es de hecho una combinación de todos los colores del espectro.

Un objeto aparece coloreado cuando algunas de las longitudes de onda de la luz son selectivamente absorbidas. La carne fresca parece roja porque las materias colorantes naturales absorben todos los colores excepto el rojo, que se refleja.

Cuando un objeto se ve a la luz reflejada su color depende de:

- La naturaleza de la luz que le ilumina. Diferentes fuentes luminosas contienen cantidades diferentes de luz de distintas longitudes de ondas. Si la carne se ve con una fuente de iluminación que tiene una proporción mayor de longitudes de ondas rojas, por ejemplo la luz del tungsteno, aparecerá más roja porque luz más roja está disponible para ser reflejada a los ojos.
- Los cambios que tienen lugar durante la reflexión de la luz están relacionados con:
 - La naturaleza de los pigmentos presentes en la carne (los factores que afectan a la estructura química y física de los pigmentos cárnicos se tratan más adelante).
 - La cantidad de luz reflejada desde debajo de la superficie de la carne, que depende en parte de la estructura física de la carne; por ejemplo, si se ha precipitado la proteína soluble, se producirá la dispersión de la luz y la carne por tanto aparecerá pálida.

Iridiscencia

Una iridescencia multi-coloreada se ve algunas veces sobre las superficies de corte de la carne cuando se observa desde diferentes ángulos. Estos colores son modelos de interferencias causados por interacción de las longitudes de onda con la estructura fibrosa regular de la carne.

PIGMENTOS CÁRNICOS

Química

La principal materia colorante de la carne es la mioglobina. Dependiendo de la perfección con que el animal se ha desangrado, la carne contiene también una pequeña proporción de hemoglobina (el pigmento de la sangre). Desde el punto de vista práctico, la mioglobina y la hemoglobina son muy parecidas; por tanto aquí se considera solamente la mioglobina.

Estructura de la mioglobina

La mioglobina se compone de una porción de proteína (globina) y una porción no proteinica (grupo hem) (Figura 4.1).

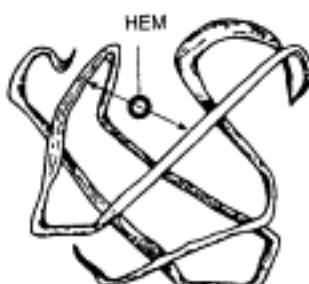


Figura 4.1 Molécula de mioglobina.

El grupo hem (Figura 4.2), que es la parte no proteinica de la mioglobina, se compone de un anillo de porfirina plano y un átomo de hierro central. El átomo de hierro tiene seis puntos de enlace o uniones de coordinación. Cuatro de éstos están ligados a átomos de nitrógeno; uno está unido a la molécula de globina; el enlace restante está libre para ligarse a otras sustancias, ordinariamente agua u oxígeno.

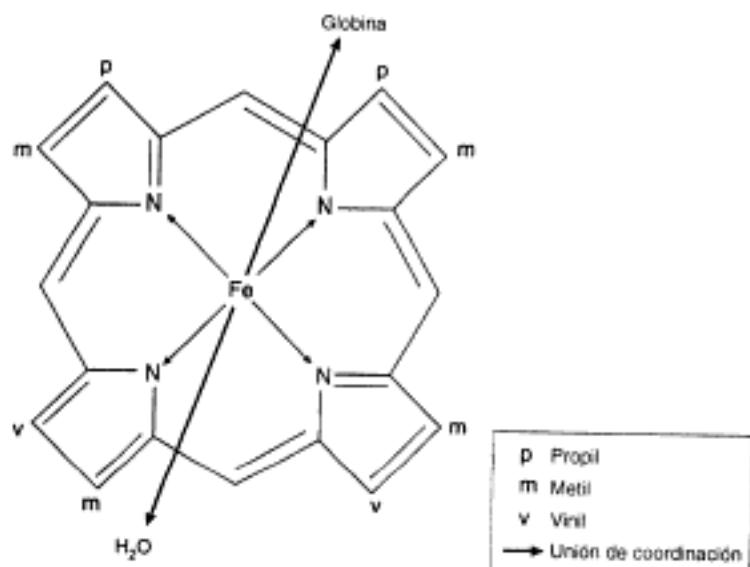


Figura 4.2 El grupo Hem en la mioglobina.

Color de la mioglobina

El color del pigmento depende de al menos tres factores:

- El estado de oxidación del átomo de hierro. Puede estar reducido, Fe^{2+} , u oxidado, Fe^{3+} .
- La naturaleza del grupo en el sexto punto de unión del hierro. Ese grupo suele ser oxígeno o agua.
- El estado de la globina. Puede ser la original como en la carne fresca, o desnaturalizada como en la carne cocida. Ver Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1 Pigmentos Hem en carnes no curadas.

Pigmento	Estado de oxidación	Sexta unión	Estado de la globina	Color
Mioglobina reducida	Fe^{2+}	H_2O	Original	Púrpura
Oximioglobina	Fe^{2+}	O_2	Original	Rojo brillante
Metamioglobina	Fe^{3+}	H_2O	Original	Castaño
Hemicromoglobina desnaturalizada	Fe^{3+}	H_2O	Desnaturalizada	Castaño

En la carne y en los productos cárnicos frescos el color deseado es habitualmente el rojo brillante de la oximioglobina. En carnes y productos cárnicos cocidos el color deseado es usualmente el castaño del hemicromo de la globina desnaturalizada.

En condiciones extremas, el pigmento se puede descomponer; la porción *hem* llega a ser separada de la proteína; el anillo de porfirina se rompe y finalmente el átomo de hierro se desata de la estructura *hem*. Se forman coleglobina verde y pigmentos biliares incoloros.

LOS COLORES DE LA CARNE

En la carne, existen cuatro estados completamente diferentes y han de ser claramente distinguidos:

- **Carne fresca o cruda, no cocida.**
- **Carne cocida.**
- **Carne curada, no cocida.**
- **Carne cocida y curada.**

Veamos cuales son sus colores.

COLOR DE LA CARNE FRESCA

La mioglobina reducida, oximioglobina y metamioglobina están todas presentes en la carne fresca, en equilibrio unas con otras.

En el centro de una pieza de carne no hay oxígeno y el pigmento está en la forma de mioglobina reducida púrpura (el mismo color aparece en la carne envasada al vacío, por ejemplo cortes nobles). En la superficie de una pieza de carne hay un buen aporte de oxígeno y se forma oxihemoglobina de color rojo brillante. Entre estas dos zonas está una región de baja concentración de oxígeno, que favorece la oxidación del pigmento hasta metamioglobina. Una capa de metamioglobina castaña por tanto se forma justamente debajo de la superficie de la carne. Estas capas de color se muestran en la Figura 4.3.

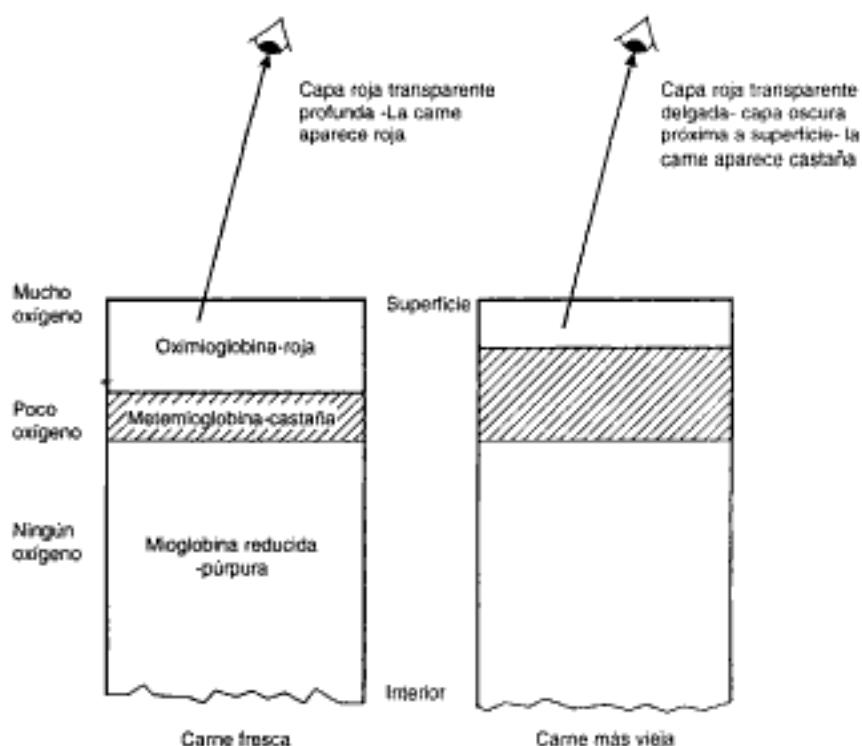


Figura 4.3 Color aparente de la carne.

Química

Las proporciones relativas de los tres pigmentos dependen de las condiciones existentes en la carne. La metamioglobina no puede tomar oxígeno pero las enzimas presentes en la carne fresca son capaces de reducir la metamioglobina a mioglobina reducida, que puede así tomar oxígeno para formar oximioglobina roja. Con la maduración de la carne, el substrato para estas enzimas es gastado gradualmente; la metamioglobina no puede ser reducida más y la capa de metamioglobina castaña se hace más amplia hasta que finalmente llega a ser visible a través de una capa estrecha de oximioglobina y la carne aparece castaña (ver las Figuras 4.3 y 4.4). Esta es una explicación simplificada; otros factores tales como la carga bacteriana y la progresiva pérdida de agua también influyen en los cambios de color de la carne.

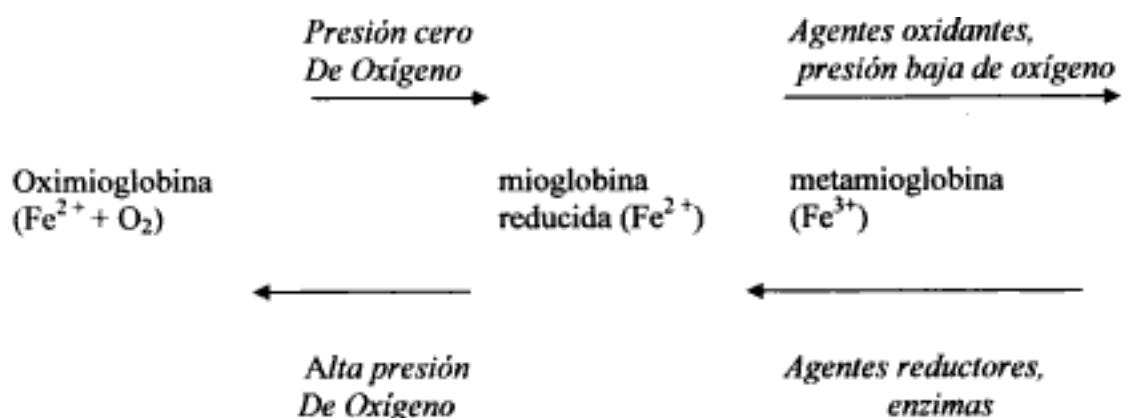


Figura 4.4 Relación química entre los pigmentos de la carne fresca.

Factores que afectan al color de la carne fresca

Concentración de los pigmentos

La concentración de los pigmentos varía mucho entre las diferentes carnes. Los siguientes factores son importantes:

- Especies animales: el vacuno, por ejemplo, contiene mucha más mioglobina que el cerdo (Cuadro 4.2).
- Razas.
- Edad: la concentración de pigmento aumenta con la edad.
- Sexo: la carne de los animales machos ordinariamente contiene más pigmento que la de los animales hembras.
- Función muscular: la función de la mioglobina es almacenar oxígeno; por lo tanto, los músculos que más trabajan contienen más mioglobina; por ejemplo los músculos de las piernas son de un color rojo más intenso que el lomo.
- Variaciones dentro de los músculos.

Cuadro 4.2 Concentraciones de mioglobina en la carne.

Carnes	Concentración de mioglobina (mg/g de tejido húmedo)
Vacuno	4-10
Ternera	Aproximadamente 3
Cordero	3-7
Cerdo	2-7
Aves	
Carne oscura	2-3
Carne blanca	0-0,5

Influencia de la concentración de oxígeno sobre el envasado de la carne

Películas de envases permeables al oxígeno

El mantenimiento del color rojo brillante de la oximioglobina depende de un adecuado suministro de oxígeno. Por lo tanto, las películas del envase deben tener una alta permeabilidad al oxígeno. Se requieren 5 litros de oxígeno por m^2 y por dia. Las películas de celulosa recubiertas y los polietilenos de baja densidad tienen una alta permeabilidad al oxígeno con una baja permeabilidad al agua, por lo que son adecuadas para el envasado de carnes.

Envases al vacío

En este tipo de envasado, no existe presencia de oxígeno, por lo tanto la mioglobina está en la forma púrpura, reducida. La carne retendrá este color durante largos períodos de tiempo en el envase al vacío y este método se usa para las carnes cuya calidad quiere mantenerse intacta. El envasado al vacío tiene otra ventaja: el crecimiento bacteriano es muy limitado. El color púrpura no es el preferido por los consumidores, pero el color rojo brillante de la oximioglobina se restaura pronto después de la apertura del envase. Una vez restaurado el color, la carne se puede reenvasar para la venta al por menor.

Envases que contienen oxígeno

La carne se envasa en un envase impermeable a los gases, pero en el interior de dicho envase hay una alta concentración de oxígeno. Gracias a la presencia de esta alta concentración de oxígeno, la calidad del color se puede mantener hasta 14 días en condiciones adecuadas. Sepuede agregar el gas dióxido de carbono para suprimir el crecimiento bacteriano; son posibles varias combinaciones de gases. Puede existir un doble envasado, con una capa exterior que proporciona la necesaria impermeabilidad a los gases. Esta capa exterior se elimina antes de la exposición minorista, dejando una capa interior permeable al oxígeno.

Efectos microbiológicos

Reducción de la concentración de oxígeno

Las bacterias aerobias presentes en la carne consumen oxígeno, reduciendo así la concentración de oxígeno presente y causando pardeamiento del producto envasado. Esto es particularmente importante en las carnes picadas, que tienen una gran superficie expuesta a la acción del oxígeno.

Productos del metabolismo bacteriano

Son varios los productos que se derivan de la actividad vital de las bacterias:

- Productos resultantes de la combinación con sulfuro de hidrógeno. Algunas bacterias producen sulfuro de hidrógeno (SH_2), que se combina con la mioglobina para formar sulfomioglobina verde. Esta es la causa del "enverdecimiento" del color en las aves no evisceradas y en algunas carnes envasadas al vacío pasadas.

- Productos resultantes de la acción del peróxido de hidrógeno. El peróxido de hidrógeno (H_2O_2) es un fuerte agente oxidante, que causa ruptura de los pigmentos y colores verdosos y pálidos en las carnes.
- Subproductos coloreados. Algunas especies de *Pseudomonas* causan coloraciones azulado/verdosas.

Bacterias coloreadas

Algunas especies de *Sarcina* o *Micrococcus* causan coloraciones rojas.

Temperatura de la carne y de los productos cárnicos envasados

Carne envasada mantenida bajo la acción del frío

Cuanto mayor sea la temperatura mayor será la tasa de oxidación de los pigmentos, formándose mayores cantidades de metamioglobina. El color rojo es por lo tanto más estable a temperaturas bajas. Conservando la carne envasada bajo la acción del frío, la solubilidad del oxígeno es mayor y las reacciones consumidoras del mismo se frenan. No obstante, se produce una penetración más alta del oxígeno en la carne, cuyo color permanece más rojo que a altas temperaturas.

Condiciones de congelación de la carne

La congelación rápida origina la formación de pequeños cristales de hielo que causan mucha dispersión de la luz, proporcionando a la carne una apariencia pálida y opaca. La carne congelada lentamente tiene cristales de hielo más grandes, que dispersan menos la luz, de tal manera que la carne tiene una apariencia oscura, translúcida. Estos cambios de color desaparecen al descongelar. La carne tiene un mejor color en su estado congelado si se permite “florecer” en el aire antes de la congelación.

Condiciones de almacenamiento de la carne

La formación de metamioglobina es máxima a $-12^{\circ}C$ aproximadamente. Probablemente esto se debe a que a esta temperatura solamente parte del agua está congelada; las sales se concentran en la porción no congelada y la alta concentración de sal promueve la oxidación de los pigmentos. El cambio de coloración es acelerado en gran medida por la luz. El color rojo de la carne se conserva mejor cuando el almacenamiento se hace en la oscuridad a $-18^{\circ}C$ o por debajo.

Quemaduras de frigorífico. El hielo se sublima desde las áreas no protegidas de la carne produciendo desecación, desnaturalización de las proteínas y oxidación de los pigmentos. Para evitarlo, las carnes deberán estar envueltas ligeramente con películas intactas impermeables a la humedad.

Carne descongelada

El color de la carne congelada después de la descongelación es menos estable que el correspondiente a la carne fresca. La carne que ha cambiado de color durante el almacenamiento en congelación permanecerá parda después de la descongelación.

El pH de la carne

Carne OFS (oscura, firme y seca)

La carne oscura, firme y seca tiene un pH final alto. A este pH alto, las fibras musculares están hinchadas con agua y unidas estrechamente al envase. La penetración del oxígeno es baja. Además, la actividad respiratoria de las enzimas supervivientes es alta. Como consecuencia de todo ello, la capa de oximoglobina es estrecha y la capa de mioglobina púrpura se transparenta. Hay poca dispersión de luz en la superficie de la carne y la carne aparece oscura (corte oscuro de la carne de vacuno; bacon vidriado).

Carne PBE (pálida, blanda y exudativa)

El pH desciende mientras la carne está todavía caliente, causando desnaturización parcial de las proteínas y un aumento en la cantidad de luz dispersada; parte del pigmento se oxida y la carne aparece pálida.

La luz y el color de la carne

La luz tiene poco efecto directo sobre el color de la carne fresca a las temperaturas de refrigeración, pero se deberá tener cuidado de que la alta iluminación no cause una elevación en la temperatura debido al efecto *invernadero* en el envase. Aún en una cámara de refrigeración, la energía lumínica absorbida a través de la película transparente puede causar que la temperatura del producto aumente por encima de la correspondiente al aire del ambiente y la carne puede por lo tanto calentarse.

La luz ultravioleta origina desnaturización de la proteína, que produce parcheamiento de la carne a largo plazo.

En la carne congelada, la luz acelera el cambio de color. Los productos deberán por tanto estar cubiertos durante su almacenamiento en este estado, como una precaución contra la iluminación normal en los almacenes frigoríficos.

Agentes reductores

Los agentes reductores convierten la metamioglobina en mioglobina reducida. Esta forma del pigmentotoma oxígeno con rapidez, formando oximoglobina de color rojo brillante. Por lo tanto, los agentes reductores incrementan la estabilidad del color de la carne fresca.

En principio, los agentes químicos no se permiten en la carne fresca de carnicerías. A causa de que el color es un indicador de frescura, la carne con reductores añadidos y por consiguiente con el color mejorado podía parecer buena cuando en efecto bacteriológicamente es insalubre. No obstante, existen agentes reductores permitidos que se pueden emplear en productos cárnicos en determinadas circunstancias.

Ácido ascórbico y su sal sódica

Son los agentes reductores más comunes; al nivel de 200-500 ppm son efectivos. El ácido eritórbico y los eritorbatos son isómeros ópticos del ácido ascórbico y los ascorbatos, pero tienen las mismas propiedades químicas y se pueden utilizar en su lugar; normalmente son más baratos.

Son efectivos en ausencia de aire. En presencia del aire, altas concentraciones de ascorbatos (sobre 1000 ppm) causan la formación de peróxido de hidrógeno que destruye la estructura **hem** y da por resultado productos verdes o blanqueados.

Ácido nicotínico y nicotinamida

El ácido nicotínico y la nicotinamida forman compuestos rojos con la mioglobina reducida y son por tanto más efectivos cuando se utilizan en combinación con ascorbatos en ausencia de aire. En carne envasada al vacío, son efectivas dosis de 600 ppm de ácido nicotínico.

La nicotinamida, aunque no el ácido nicotínico, también promueve la formación de metamioglobina, por lo tanto aumentando la formación de color, al prevenir la destrucción de la nicotinamida-adenina-dinucleótido (NAD) por la nucleosidasa. En presencia del aire, no obstante, ambas sustancias provocan un aumento del pardeamiento de la carne.

Dióxido de azufre

El dióxido de azufre es un conservador permitido en la Unión Europea, en determinados productos y a dosis máximas establecida. Es también un agente reductor y mejora la estabilidad del color de los embutidos, hamburguesas, etc., al nivel permitido (450 ppm).

Agentes oxidantes

Los agentes oxidantes promueven la formación de metamioglobina de color castaño y por lo tanto se han de evitar. Se ha de observar en particular lo siguiente:

- Los medios de limpieza y lejías contienen con frecuencia materiales oxidantes y no deberán entrar en contacto con la carne.
- El ozono de los equipos con soldadura de arco se ha sabido que causa cambios de color.
- Las grasas rancias contienen peróxidos que son agentes oxidantes fuertes. Se ha de tener en cuenta que las grasas congeladas pueden aumentar los problemas de color en la carne.

- El nitrito es un agente oxidante. A un nivel de sólo unas pocas partes por millón es suficiente para causar cambios de color. Se ha de tener mucho cuidado para evitar la contaminación cruzada entre las operaciones de carne fresca y curada.
- Cualquier factor que cause desnaturalización de la globina del pigmento de la carne (por ejemplo altas concentraciones de sal, deshidratación) tenderá a oxidar su parte *hem*.

Los metales y el color de la carne

Los iones metálicos, especialmente el cobre, promueven la autoxidación de la oximiacoglobina a metamiacoglobina; el hierro y el zinc tienen un efecto oxidante más reducido. Los agentes secuestrantes (por ejemplo citratos y fosfatos) mejoran la estabilidad del color.

COLOR DE LA CARNE COCIDA (NO CURADA)

Química

El pigmento responsable del color castaño o gris de la carne cocida es el hemicromo de la globina desnaturalizada. El átomo de hierro está en estado férrico, Fe^{3+} , y la globina está desnaturalizada.

La desnaturalización de la mioglobina en la carne se presenta a partir de temperaturas de unos 60°C. El proceso parece que ordinariamente es completo (desaparición del color rojo) en carne de aves a 67°C, en carne de cerdo a 70°C aproximadamente y en carne de vacuno a 75°C o algunas veces a temperaturas tan altas como 85°C.

Pardeamiento prematuro

Este desafortunado fenómeno se observa algunas veces cuando los productos a base de carne picada, tales como las hamburguesas, se someten a cocción.

Contrariamente a la información expuesta más arriba, la carne puede mostrar un color castaño cuando se somete a cocción a temperaturas tan bajas como 55°C. Esto puede presentarse cuando se utiliza carne fresca para la fabricación y el producto se cuece solamente dentro de unas pocas horas cuando la carne está todavía en un estado oxigenado u oxidado, con una alta proporción del pigmento presente como oximiacoglobina. Obviamente en tales casos el tratamiento térmico puede ser insuficiente para destruir los microorganismos patógenos y asegurar la salubridad. Con carne madurada suficientemente donde la mayoría del pigmento está en la forma de metamiacoglobina, el problema no se presenta.

Colores rojos o rosados en productos cárnicos cocidos no curados

La más causa más probable de los colores rojos en la carne cocida, especialmente cerca del centro de cada trozo de carne, es naturalmente la cocción a temperatura insuficiente para conseguir la desnaturalización de la mioglobina. Así, un color rojo se toma normalmente como una indicación de que la carne no ha sido

sometida a una temperatura de cocción suficiente para la conseguir la destrucción de los microorganismos presentes en la carne.

Hay no obstante dos importantes excepciones a esta regla:

- En la carne de vacuno, donde la temperatura de desnaturalización, como se ha anotado antes, es de 75°C o superior, la apariencia roja de la carne cocida "poco hecha" no significa necesariamente que la carne no está lo suficientemente cocida como para lograr la destrucción de los microorganismos presentes en la carne.
- Despues de que la carne ha sido completamente cocinada hasta un color castaño, se puede encontrar un color rojo más tarde; este color rojo reaparece en el centro de la carne o producto cárnico donde las condiciones son anaerobias y se debe a la conversión del pigmento ferrihemocromo castaño al ferrohemocromo rojo.

Otras posibles razones para las disminuciones del color rojo y rosado en las carnes, son:

- Contaminación con nitrito. Pequeñas cantidades de nitrito pueden dar por resultado la formación de nitrosil-mioglobina rosada durante la cocción. De nuevo, se debe evitar la contaminación cruzada entre carne fresca y curada.
- Oxido nítrico, por ejemplo la combustión de gas natural o gas de carbón, tiene un efecto similar.
- El nitrato está presente frecuentemente en las conducciones de agua. Aunque el nitrato no puede cambiar de forma directa el color de la carne, algunas veces se puede reducir a nitrito. El problema surge cuando la carne está en contacto (antes del tratamiento térmico) con el nitrato durante suficiente tiempo para que la reducción a nitrito tenga lugar (si la flora bacteriana es la apropiada o si se dan las condiciones químicas adecuadas para que se produzca la reducción). Bajo condiciones apropiadas, menos de 10 ppm de nitrato se pueden convertir en suficiente nitrito para causar la coloración rosada.
- El monóxido de carbono forma un pigmento rojo intenso estable con la mioglobina: carboximioglobina.
- La utilización de polifosfatos se asocia algunas veces con los colores rosados o amarillentos. Las causas no son completamente comprendidas, pero podría ser debido a las impurezas de nitrato o nitrito presentes en los fosfatos.

COLOR DE LA CARNE CURADA (COCIDA Y NO COCIDA)

Química

La formación de color y los cambios que tiene lugar en la carne se muestran en la Figura 4.5.

La nitrosilmioglobina es la responsable del color rojo de los productos cárnicos crudos curados. Se forma por la reacción de la mioglobina con el óxido nítrico.

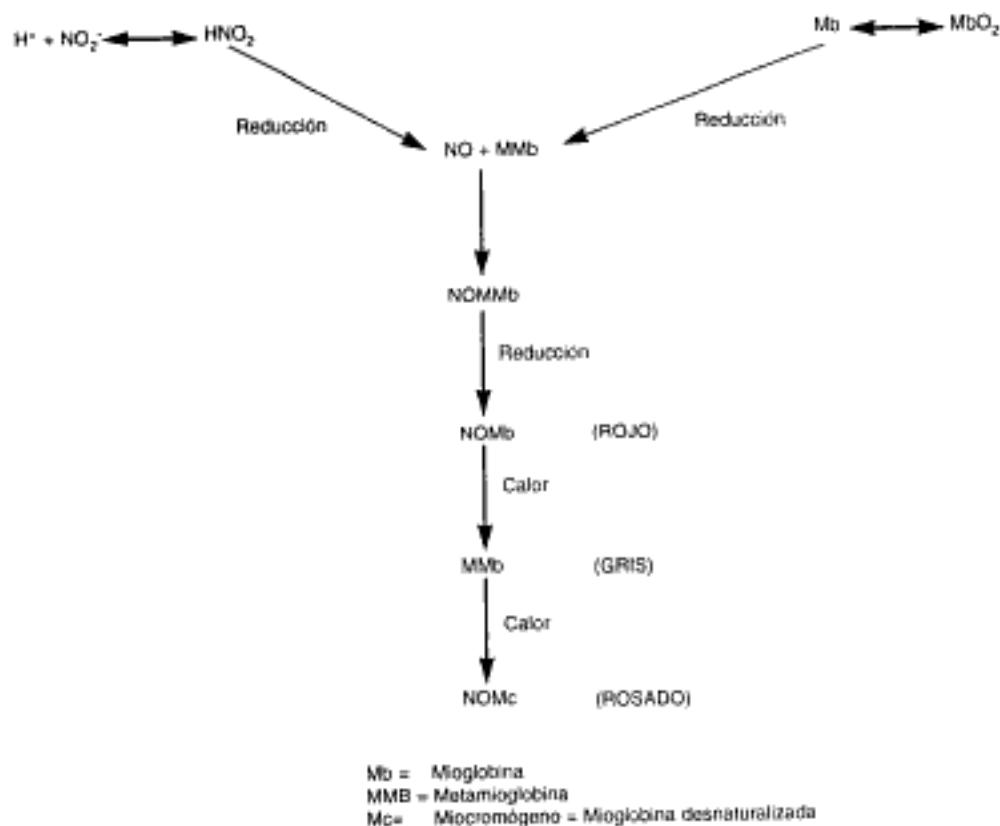
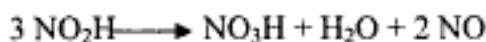


Figura 4.5 Cambios de color en la carne curada.

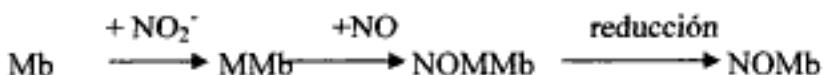
El nitrito sódico es la fuente normal del óxido nítrico. En solución el ion nitrito está en equilibrio con el ácido nitroso no disociado:



En condiciones ácidas este equilibrio es empujado hacia la izquierda, lo que es beneficioso para la reacción que damos a continuación. Se piensa que el óxido nítrico se descompone en condiciones ligeramente ácidas para dar óxido nítrico, de la forma siguiente:



El nitrito es también un agente oxidante que convierte rápidamente la mioglobina (roja) en metamioglobina (castaña). El óxido nítrico combina después con la metamioglobina para formar nitrosil metamioglobina, que posteriormente se reduce a nitrosil-mioglobina, de la siguiente forma:



La conversión de la mioglobina a la forma de nitrosilo es incompleta, y no muy constante; puede variar entre aproximadamente 35% y 75% con un nitrito inicial de 100-150 ppm, en diferentes muestras de carnes.

Durante el calentamiento, la nitrosil-mioglobina se desnaturaliza a nitrosil miocromógeno rosado. La estructura exacta de la molécula no se conoce. El átomo de hierro permanece en la forma reducida y la porción de la globina se desnaturaliza. El cambio al pigmento cocido es precedido a veces por un color gris, lo que sugiere que la molécula de óxido nítrico se disocia temporalmente de la mioglobina durante el calentamiento, produciendo un estado intermedio de metamioglobina gris. No obstante, esto no ha sido confirmado experimentalmente.

Durante la cocción se forma más pigmento nitrosilo. Nuevamente la proporción de conversión es irregular, entre 60% y 90% aproximadamente en cocción a 70°C.

Es importante la presencia de nitrito residual en la cocción. El bacon con bajo contenido de nitrito en el momento de la fritura puede presentar un color gris tras la cocción.

Factores que afectan al color de la carne curada

Nitrito

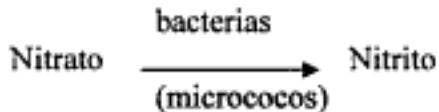
La cantidad de nitrito precisa para el desarrollo del color y la estabilidad en varias condiciones experimentales se resume en el Cuadro 4.3.

En condiciones prácticas, la variabilidad en la distribución del curado debe también ser tomada en consideración. Es relativamente fácil lograr una distribución uniforme de nitrito en un sistema altamente dividido como en la carne en lonchas, pero en piezas grandes de carnes tales como el bacon es muy difícil.

Una alta concentración de nitrito, especialmente a bajo pH puede dar lugar a la formación de nitrihemina verde o "quemadura por nitrito".

Nitrato

En los procedimientos tradicionales, el nitrato era la única fuente de nitrito:



En el curado clásico, la flora bacteriana correcta se mantiene en la salmuera durante muchos años mediante un cuidadoso control de las condiciones.

En los procedimientos modernos de curado rápido, el nitrito se añade directamente a la salmuera pero también se puede incluir una cierta proporción de nitrato. El que este nitrato se convierta en nitrito, depende de que existan las bacterias apropiadas en el ambiente de la industria, por ejemplo en una industria con una historia previa de elaborar bacon. Si las bacterias apropiadas no son abundantes, como es el caso en una industria nueva, no puede existir tal conversión y el nitrato adicionado será ineficaz y posiblemente perjudicial.

Es de notar que se pueden presentar pequeñas cantidades de nitratos en carnes no curadas.

Cuadro 4.3 Necesidades de nitrito para la formación de color y estabilidad en el bacon (datos de Ranken, 1984)

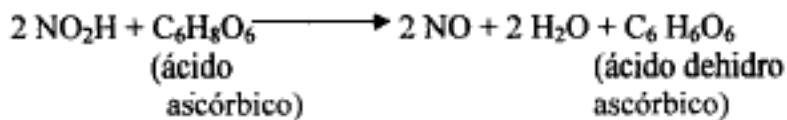
Producto	Formación de color	Estabilidad del color		
	Nitrito inicial necesario (ppm)	Condiciones (todo a 5°C)	Nitrito necesario ppm (inicial) (en el momento de la cocción)	
<i>Bacon no calentado</i>	10-20 da color no uniforme; 50 satisfactorio	2 semanas en envase al vacío, a la luz o oscuridad	40-70	
		3 días fuera del envase a la luz o oscuridad	70-100	
<i>Bacon calentado</i>	30 en el momento de la cocción	3 semanas en envase al vacío, en la oscuridad	20-30	10-15
		3 semanas en envase al vacío, a la luz	30-40	15-20
Embutidos	10	Indefinido	10	

Agentes reductores

Formación de color - productos crudos

Se necesitan condiciones reductoras para la formación de óxido nítrico y para la reducción de la nitrosilmioglobina. Las enzimas y otros sistemas reductores están presentes de forma natural en la carne pero se les puede ayudar mediante la adición de agentes químicos reductores. El ascorbato es el agente reductor más utilizado.

Se cree que el ascorbato mejora la eficiencia de la curación tomando parte en la reacción con el ácido nitroso:



Esta reacción supone un ahorro de cerca de un tercio del nitrito. El ascorbato también ayuda a eliminar las trazas de oxígeno, que inhiben el desarrollo del color curado.

En la práctica, el efecto del ascorbato varía con diferentes lotes de carne. Esto es probablemente debido en parte a la variación de la capacidad reductora natural de la carne. Por lo general, el ascorbato contribuye a un mayor desarrollo del color y de la cantidad de pigmento curado formado; la intensidad y uniformidad del color de la carne mejora con niveles bajos de nitrito.

Formación de color - productos cocidos

El ascorbato incrementa ligeramente la cantidad de pigmento nitrosilo formado durante la cocción. La diferencia no es ordinariamente bastante grande para afectar a la intensidad del color cuando está presente suficiente nitrito (100 ppm). El nitrito residual es necesario en el momento de la cocción si se quiere conseguir un buen color cocido (Cuadro 4.3). Puesto que el ascorbato acelera la ruptura del nitrito, el nitrito residual en el producto desciende más rápidamente en presencia de ascorbato. En el bacon, que se puede almacenar durante largos períodos antes de la cocción, el ascorbato puede tener efectos perjudiciales, ya que el nivel de nitritos se puede reducir por debajo del mínimo preciso para conseguir un buen color cocido.

Estabilidad del color – productos crudos

El ascorbato mejora la estabilidad del bacon crudo envasado al vacío. No obstante, en presencia de aire, el ascorbato puede originar una rápida pérdida de color.

Estabilidad del color – productos cocidos

Por lo general se considera que el ascorbato mejora la estabilidad del color de los productos curados cocidos almacenados en envases con aire y al vacío. El ascorbato mejora la estabilidad del color en el aire de las mezclas de carne porcina cocidas que contienen suficiente nitrito (al menos 20 ppm). Por otra parte, el ascorbato no afecta a la proporción de pérdida de color, pero se produce una mejora en la intensidad del color inicial debido al ascorbato y esto se mantiene durante el almacenamiento.

Los principales efectos del ascorbato (o eritorbato) se resumen en el Cuadro 4.4. Se observa que se pueden obtener resultados variables si el nitrito y el ascorbato están desigualmente distribuidos en el producto.

Nota práctica

El ascorbato sódico (o eritorbato sódico) se deberán emplear siempre en las salmueras de curado. No utilizar ácido ascórbico o ácido eritórbico.

A un bajo pH del ácido ascórbico, el óxido nítrico se forma tan rápidamente que se libera como un gas. El óxido nítrico se combina con el oxígeno del aire para formar humos oscuros espesos de dióxido de nitrógeno. El dióxido de nitrógeno es muy tóxico; también causa una coloración castaño-caqui de la carne (ver la Figura 4.5).

Cuadro 4.4 Efectos del ascorbato en carnes curadas.

	Formación de color	Estabilidad del color
Productos crudos	(i) Aumenta la formación (ii) Mejora la intensidad y uniformidad, especialmente a bajos* niveles de nitritos	(i) Mejorada en envases al vacío (ii) Se destruye color por exceso de ascorbato en presencia del aire
Productos cocidos	Mejorada a bajos niveles de nitritos	Mejora en envases al aire y vacío

* Normalmente por debajo de 30 ppm iniciales. Ver también Cuadro 4.3.

El aire y el color

La presencia de aire inhibe la formación de color curado crudo y cocido. Los colores crudos y cocidos son inestables con el aire. La vida de almacenamiento de los productos curados se aumenta mucho por el envasado al vacío.

La luz

La luz cataliza la disociación del óxido nítrico del pigmento de la carne curada. Los productos curados crudos y cocidos llegan a ser castaños rápidamente cuando se iluminan, especialmente en presencia del aire. Se debería evitar en lo posible la exposición de los productos curados a la luz. Con propósitos de exposición, los niveles de iluminación se deberán mantener bajos y practicar cuidadosamente rotaciones de las existencias.

La temperatura

Temperatura de cocción

La transición del color crudo a color cocido es completa a aproximadamente 70°C. La formación del pigmento nitrosilo es también máxima alrededor de esta temperatura.

Temperatura de almacenamiento

Por encima del punto de congelación, los cambios de color de los productos curados aumentan con los incrementos de temperatura.

El pH

El desarrollo del color curado es más rápido a bajo pH. La estabilidad del color una vez formado es no obstante superior a pH más elevados.

Agentes oxidantes

Los agentes oxidantes tienden a promover cambios de color en las carnes curadas. El peróxido de hidrógeno formado por el metabolismo bacteriano es de particular importancia en las carnes curadas. Esto se debe a que la catalasa, que normalmente destruye el peróxido en la carne fresca, se desactiva con la alta concentración de sal de las carnes curadas. Los peróxidos de las grasas también fomentan los cambios de color.

Metales

El hierro forma sulfurode hierro negro, que es causa de zonas o manchas negras en muchos alimentos.

El cobre se ha mencionado como causante de coloraciones negras en las carnes curadas. Por ejemplo, 5 ppm de cobre en una salmuera de curado ha causado intensa coloración negra en lenguas enlatadas.

COLORANTES AÑADIDOS

Las materias colorantes se utilizan algunas veces para aumentar el color de los productos cárnicos frescos y curados. Se pueden considerar cuatro categorías de colorantes: artificial, natural, idéntico al natural e inorgánico.

Los colorantes rojos de posible utilización en los productos cárnicos y permitidos en países de la Unión Europea se citan en el Cuadro 4.5.

Cuadro 4.5 Colorantes permitidos en productos cárnicos (algunos colorantes se permiten solo en determinados productos).

Colorante	Número UE	Tipo
Curcumina	E100	Natural
Carmin (cochinilla)	E120	Natural
Ponceau 4R	E124	Artificial
Rojo 2 G (Geranina)	E128	Artificial
Rojo Allura	E129	Natural/artificial
Caramelos (todos los tipos)	E150 a-d	Natural/artificial
Carotenos	E160 a	Natural
Capsantina, extracto de pimentón	E160 c	Natural
Rojo de remolacha (betanina)	E162	Natural

Simulación del color de la carne no curada

El Rojo 2G es uno de los colorantes artificiales más añadido utilizados en los embutidos. A diferencia de la mayor parte de los otros colorantes rojos permitidos, es estable al dióxido de azufre y a la exposición a la luz durante el almacenamiento.

El rojo de remolacha a 1000 ppm proporciona un aceptable color en ausencia de dióxido de azufre, pero el color se destruye si se encuentra presente dicho dióxido de azufre.

La Roxantina (una Cantaxantina modificada; actualmente es un aditivo que no está permitido en algunos países) proporciona un color satisfactorio, estable al dióxido de azufre.

Simulación del color de la carne curada

El Ponceau 4R se puede utilizar para imitar el color del bacon sin cocer, pero es difícil colorear uniformemente las lonchas de carne.

Se han hecho ensayos experimentalmente para elaborar productos que se parezcan al bacon o la carne sin nitritos, pero con una materia colorante adicionada en su lugar. Carmoisina y Ponceau 4R se han ensayado en bacon y el óxido de hierro rojo, Amaranto, Carmín, Carmoisina, Eritrosina, Ponceau 4R y Rojo 2G en embutidos y otros productos cárnicos. Ninguno de ellos se encontró satisfactorio y en cualquier caso ninguno de ellos está permitido actualmente en la UE para estos productos.

PROBLEMAS VARIOS DEL COLOR

Dobles tonalidades

Se trata de un estado que se ha observado algunas veces en jamones donde los músculos adyacentes aparecen con diferentes matices de rosado. Es resultado de la variación natural de los niveles de pigmento entre los músculos; sólo se puede remediar seleccionando de antemano los músculos que parecen iguales.

Cebollas

Las cebollas pueden estar implicadas en el oscurecimiento de los productos cárnicos. Se debe ordinariamente al ácido pirúvico, componente responsable del sabor picante de la cebolla, que es también un fuerte agente oxidante. La actividad enzimática residual puede también jugar un papel importante. El problema se puede presentar con cebollas frescas, congeladas o desecadas. Se puede reducir si las cebollas están precocidas o seleccionando las cebollas menos picantes.

Embutidos

Varios defectos de color de los embutidos frescos se refieren en el capítulo correspondiente.

Alternativas al nitrito para la formación del jamón curado

Se ha investigado en los años 1970 varias posibilidades para eliminar en su conjunto la utilización de los nitritos en los productos cárnicos, y reducir así los posibles peligros de las nitrosaminas. Se han probado conservadores alternativos tales como dióxido de azufre, nisina y ácido sórbico, con colorantes alimenticios naturales y artificiales.

Se hicieron también ensayos para producir bacon libre de nitritos utilizando el gas óxido nítrico. Ninguna de estas tentativas tuvieron más de un moderado éxito en las condiciones de laboratorio, y ninguna se ha desarrollado comercialmente.

SABOR Y OLOR DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS

El sabor y olor de los productos cárnicos deriva de cuatro fuentes principales.

El sabor y olor de la misma carne

Se ha investigado durante años sobre los componentes químicos del sabor de la carne, y se ha encontrado que están implicadas un muy gran número de sustancias. No es esencial para el tecnólogo práctico conocer todos los detalles, ya que poco se puede hacer para alterar el sabor inherente de la carne después de que el animal ha sido sacrificado. Se han de observar no obstante los siguientes puntos generales:

- El sabor de la 'carne' aumenta con la edad del animal en el momento del sacrificio, de tal manera que la carne de gallina tiene más sabor que el pollo joven, y el carnero más que el cordero.
- Los sabores característicos de vacuno, cordero, pollo, etc., residen más en las carnes grasas que en las carnes magras; productos 'libres de grasa' o con contenido graso reducido, son probablemente menos sabrosos que los que contienen superior contenido de grasa.

El sabor de la carne o del producto cárneo se puede cambiar por otros factores relacionados más abajo.

Alteración

El sabor y olor de la carne puede verse afectado por cambios químicos, microbiológicos y oxidativos.

Sabores desarrollados durante los procesos de elaboración

Los sabores característicos desarrollados en el curso de los procesos de curación o fermentación se tratan en los epígrafes apropiados.

Sabores añadidos

La mayor parte de los agentes del curado e industrialización utilizados en tecnología de la carne, tales como sal, fosfatos o humo tienen sabores característicos, los efectos de los cuales se tratan en los correspondientes epígrafes.

Las hierbas, especias y condimentos, incluyendo extractos de especias, extractos de humo, potenciadores del sabor y algunos ingredientes de las recetas (tales como las cebollas) tienen todo utilizaciones en los productos cárnicos. Las cantidades utilizadas son ordinariamente pequeñas, del orden del 0,1%. Las recetas para su utilización pueden ser tradicionales en determinadas clases de productos, o se pueden considerar únicas y secretas realizadas por determinados fabricantes.

CAPÍTULO 5 MICROBIOLOGÍA DE LA CARNE Y DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS

Introducción

El crecimiento microbiano en los productos cárnicos puede causar muchos problemas, por lo que es esencial saber cómo combatir a los microorganismos indeseables en las industrias cárnicas.

No obstante, este no es un libro sobre microbiología, por lo que daremos solo una información práctica al respecto, para el técnico o especialista en industrias de la carne. Los detalles sobre los distintos tipos de microorganismos, los métodos de detección y medida, etc., no se estudian aquí.. En muchos casos prácticos, estos detalles pueden ser muy importantes y sería necesario un especialista para tratarlos apropiadamente. Se debería recurrir a un microbiólogo especializado siempre que se crea necesario.

CONCEPTOS BÁSICOS DE MICROBIOLOGÍA

- (1) Los microbios están siempre presentes en la carne fresca** y en la mayor parte de los ingredientes alimenticios. Se ha de recordar que algunos o todos los tipos de microorganismos indeseables pueden estar presentes en la carne, aunque inicialmente estén en pequeño número.
- (2) Los microbios crecen fácilmente en la carne.** En cuanto el número de microbios aumenta, aparecen a su vez los siguientes efectos:
 - Color castaño o gris en la carne no cocida (especialmente hamburguesas, embutidos frescos).
 - Olores como consecuencia de las alteraciones provocadas por los microorganismos.
 - Crecimiento de hongos, levaduras etc., es decir, presencia visible de los microbios.
- (3) El crecimiento microbiano es la principal causa de alteración.** La vida de almacenamiento de la mayor parte de las carnes y productos cárnicos es el tiempo que necesitan los microbios para crecer en cantidad suficiente y provocar cambios de coloración, olores desagradables, etc. (Existen otras causas de alteración pero esta es la más común).
- (4) Cuanto más se corta la carne mayor es el crecimiento microbiano.** Inicialmente, la carne está protegida por la piel y vainas musculares intactas; cuanto más se expone la carne al cortado, picado, etc., más superficie se ofrece a los microorganismos para que crezcan. Así, cuando todos los demás factores son idénticos, las superficies sin cortes sin cortes tendrán siempre recuentos bacterianos más bajos que la carne picada (que tiene una gran superficie expuesta al ataque de los microbios).

(5) La temperatura afecta al crecimiento microbiano:

- A temperaturas ordinarias de trabajo, **cuanto más alta es la temperatura mayor es el crecimiento.**
 - **La zona de mayor peligro de desarrollo microbiano** son las temperaturas comprendidas entre 10 y y 63 °C.
 - **Las temperaturas de trabajo** son controladas por ley en la mayor parte de los países de la Unión Europea; el corte de la carne y productos cárnicos deberá realizarse a no más de 12°C.
- El crecimiento se detiene en la carne congelada (pero solamente por debajo de -10°C para los hongos). Aunque se detenga el crecimiento, solo unos pocos microbios se destruyen. La mayoría sobrevivirá y crecerán de nuevo cuando la carne se descongele.
- Por encima de 70°C, manteniendo la temperatura durante 2 minutos, la carne está **pasteurizada** (libre de microbios activos, pero todavía puede contener esporas que comienzan a crecer de nuevo al enfriarse).
- La carne es **esterilizada** (incluida la destrucción de las esporas) cuando se calienta a más de 100°C **durante varias horas o a** temperaturas superiores en tiempos más cortos.

(6) El crecimiento microbiano es la principal causa de las infecciones e intoxicaciones alimenticias.

EL CRECIMIENTO MICROBIANO EN LA CARNE Y EN LOS PRODUCTOS CÁRNICOS

Efecto de la acidez (pH)

Como regla general, los microbios que causan alteración de la carne o infecciones e intoxicaciones alimenticias, crecen mejor a pH alto (medio básico) que a pH bajo (medio ácido). Hay algunas excepciones a esta regla, tales como los lactobacilos, que pueden crecer en las salmueras de bacon y los embutidos fermentados.

Además, conservadores como el dióxido de azufre o el nitrito son más efectivos a más alta acidez (pH más bajo).

Las condiciones correspondientes a pH alto deberán por tanto ser evitadas, si es posible. Por ejemplo, una excesiva utilización de fosfatos alcalinos (alto pH) en las carnes favorece el ataque microbiano. Donde tales condiciones no se pueden evitar, se puede observar algunas veces que la vida de almacenamiento del producto se acorta. Así, el bacon procedente del cuello del animal, con pH alto, ordinariamente tiene una vida de almacenamiento más corta que el bacon de origen dorsal.

La humedad y crecimiento de mohos

Los mohos crecen bien en medios húmedos, pero no mojadas. Crecen bien con humedades relativas (HR) del 85-95%. Algunos hongos son capaces de crecer por

debajo del 65 % de HR. Los hongos, como los demás microbios, se destruyen a temperaturas de pasteurización. Algunas especies crecen en condiciones de congelación, multiplicándose lentamente hasta aproximadamente -10°C.

Las condiciones de humedad se producen cuando se produce condensación de agua sobre una superficie seca. La condensación por tanto es probable siempre que una atmósfera caliente entre en contacto con una superficie fría. Si la superficie contiene material alimenticio para los hongos, se puede presentar crecimiento de ellos.

Condensación y ‘mohos estructurales’ fuera de los almacenes frigoríficos, etc.

Aunque estén bien aisladas, las paredes de los almacenes frigoríficos son por lo general más frías que la atmósfera circundante. Si las paredes están revestidas con materiales absorbentes, por ejemplo madera contrachapada, la condensación puede no ser visible, pero retienen humedad y tener lugar el crecimiento de mohos. Esto es desagradable y una posible fuente de infección de los productos.

Se puede solucionar el problema mediante la instalación de revestimientos impermeables, por ejemplo aluminio o plástico duro (las pinturas resistentes a los hongos no son muy efectivas).

La condensación es siempre probable en géneros llevados de un almacenamiento frigorífico a atmósferas más calientes.

Crecimiento microbiano no deseado durante los procesos de elaboración

El crecimiento microbiano no deseado, se puede producir en las soluciones de gelatina, soluciones de saborizantes, fosfatos, etc, utilizadas en la elaboración de productos cárnicos. También se produce desarrollo microbiano en el agua de enfriamiento de latas, cuando se recicla. Se ha de observar que:

- Algunos de los líquidos pueden permanecer durante largos períodos en bombas, válvulas, tuberías, etc., lo que puede dar lugar a la aparición de microorganismos.
- El rebosamiento del líquido es probable que esté contaminado con jugo, etc., del producto que está siendo elaborado.
- La composición del líquido, especialmente si está contaminado con el producto, puede fomentar el crecimiento microbiano (se ha de notar que las salmueras de curado con alto contenido de sal son normalmente sanas a este respecto, pero muchos otros líquidos comunes no lo son).
- Las temperaturas durante la elaboración de los productos cárnicos, pueden no estar controladas.

El crecimiento microbiano es muy posible en esas condiciones. Si se presenta, el líquido utilizado en el día contaminará el producto elaborado después.

Las acciones a tomar son:

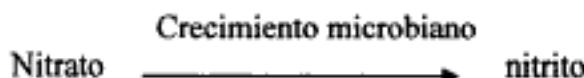
- Control de la temperatura. Siempre que sea posible, el líquido deberá estar o frío (debajo de 10°C) o caliente (por encima de 75°C).
- Vaciado regular del sistema, con una limpieza completa.

Aplicaciones útiles del crecimiento microbiano

Salmueras para el curado

Ya hemos estudiado la utilización en el proceso de elaboración del bacon de salmueras 'vivas', es decir salmueras en las que tiene lugar un crecimiento microbiano, activo y controlado.

Cuando los micrococos y determinadas otras bacterias están presentes, hay más sólidos solubles de la carne sumergida en la salmuera, y más concentración de sal casi saturada o saturada (26% p/p, 31% p/v).



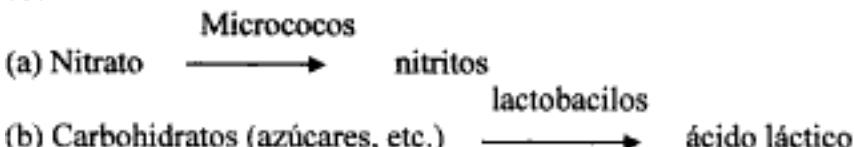
El contenido de **nitrato** de la salmuera se mantiene así añadiendo más **nitrato**.

Si los mismos microbios están presentes en el producto y en la salmuera, el nitrato se convierte en nitrito en el producto. El contenido de nitrato del producto proporciona un suministro de reserva de nitrito y por lo tanto se aumenta la vida de almacenamiento. Si los microbios necesarios no están presentes en el producto, el nitrato no será convertido en nitrito.

Principios similares se aplican a las salmueras utilizadas en otro productos.

Embutidos fermentados

Los cambios microbiológicos en los embutidos fermentados, etc., se deben a los microbios naturalmente presentes en la planta de fabricación, o en los modernos sistemas, a los cultivos iniciadores adicionados. Los procesos microbianos principales son:



(c) El crecimiento de mohos superficiales puede ser permitido o estimulado durante un proceso de desecación final largo.

La combinación final de contenido de ácido láctico, contenido de baja humedad (lo que implica una baja actividad acuosa) y contenido de nitrito residual proporciona larga vida de almacenamiento de los productos cárnicos, a temperatura ambiente.

Control y destrucción de microbios

Productos conservadores

Hay sustancias que disminuyen o previenen el crecimiento microbiano, prolongando así la vida de almacenamiento del producto. En todos los países su uso está severamente restringido. Los principales conservadores permitidos en los productos cárnicos son los siguientes

- **Nitratos y nitritos en carnes curadas.** Hemos visto anteriormente los efectos del conservador y el problema de la seguridad frente al *Clostridium botulinum* y la forma de evitar la aparición de nitrosaminas.
- **Dióxido de azufre.** En los países de la Unión Europea está permitido en embutidos frescos y carne de hamburguesa, hasta 450 ppm.
- **Benzoatos y parahidroxibenzoatos.** En los países de la Unión Europea están permitidos en patés, embutidos de hígado y en la gelatina de las conservas de carne y sobre las superficies de los productos cárnicos desecados. En los Estados Unidos están clasificados como productos conservadores GRAS (Generalmente considerados como seguros) y por consiguiente permitidos en los productos cárnicos.
- **Sorbatos.** Se permiten en Estados Unidos y en la UE solamente en determinados productos.

Interacciones de los conservadores

La vida de almacenamiento final de cualquier producto libre de organismos nocivos se determina por la interacción de los efectos de todos los conservadores y anticonservadores que puedan estar presentes en el producto. Así tenemos que la vida comercial del producto depende de:

- Carga inicial de microorganismos.
- Concentraciones inicial y residual del conservador o conservadores.
- Tiempo y temperatura del tratamiento térmico.
- Concentración de sal en el producto.
- pH del producto.
- Tipos de polifosfatos presentes en el producto.
- Temperatura y tiempo de almacenamiento.

Las interacciones entre estos factores son complejas y no son muy comprendidas todavía. La investigación continúa en este área, con el evidente propósito de que un mayor conocimiento de estas cuestiones permitirá una formulación mejor y más ajustada de los productos, a fin de asegurar una buena calidad microbiológica, para evitar las intoxicaciones e infecciones de origen microbiológico.

Pongamos algunos ejemplos sobre la acción de los productos conservadores sobre los microorganismos nocivos que se pueden presentar en la carne y en los productos cárnicos:

- Si el nitrito inicial en un producto dado fuera incrementado de 100 ppm a 200 ppm, el riesgo de botulismo se podía reducir a 0,33 veces el original.
- Si el nitrito inicial fuera disminuido de 100 ppm a 50 ppm, el riesgo del botulismo se podía incrementar en 3,3 veces el original.

Otra aproximación es la idea de tecnología de ‘barreras’ (Leistner, 1995). En esta se considera que la sal, pH, proceso térmico, etc., representan una serie de ‘barreras’ puestas en el camino de un microbio vivo, que debe superar para sobrevivir. Si algunas de las barreras es muy alta, el organismo no sobrevivirá. No obstante, la expresión cuantitativa de cuánto de un incremento en una barrera podía sustituirse por cuánto de una disminución en otra, esta lejos de estar clara en todos los casos.

Tal vez el intento más útil hasta la fecha es el *Micromodelo de Alimento*, un programa de ordenador que da las curvas de crecimiento de organismos individuales bajo condiciones medidas de tiempo, temperatura, pH y humedad. Esto se puede emplear para estimar los riesgos de supercrecimiento de bacterias nocivas en alimentos de variada composición y condiciones de almacenamiento.

Procesos térmicos

- Los alimentos están **pasteurizados** si se someten a cocción a 70°C y se mantienen a esa temperatura al menos 2 minutos. A más temperaturas más elevadas se puede reducir el tiempo de mantenimiento. Todos los microbios en crecimiento son destruidos pero algunas esporas sobrevivirán. Es poco probable que estas esporas que causen alteraciones (infecciones o intoxicaciones) a corto plazo, pero pueden crecer y convertirse en microorganismos nocivos si se mantienen a la temperatura ambiente.
- El alimento está **esterilizado** si sometido a cocción, se alcanzan más de 100°C en todas las partes del citado alimento, y se mantiene a esa temperatura durante varias horas. También se puede calentar a 120°C durante varios minutos, para conseguir el mismo efecto. Bajo estas condiciones térmicas, tanto las esporas como las formas vegetativas se destruyen.
- La vida de almacenamiento del alimento después de la pasteurización o esterilización se mejora mediante un enfriamiento rápido, seguido de un envasado que protege al producto frente a la recontaminación (como en una lata). No obstante, si la recontaminación se produce, como todos los organismos vivos se han eliminado por el proceso térmico, la nueva contaminación no tendrá ninguna competencia y puede crecer fácilmente. Por otra parte, si la nueva contaminación contiene una alta proporción de organismos nocivos, el alimento se alterará o llegará a ser nocivo con relativa rapidez. De aquí los peligros severos de contaminación cruzada del alimento cocido al entrar en contacto con material o producto no cocido.

Sistemas de envasado

Envasado al vacío

El envasado al vacío (en ausencia de aire), es generalmente útil para la supresión de la mayor parte de las bacterias nocivas, incrementándose de esa forma la vida de almacenamiento del producto, puesto que estas bacterias precisan oxígeno para su crecimiento normal.

Se ha de tener en cuenta no obstante que las esporas no destruidas pueden permanecer durmientes y pueden causar problemas cuando el envase se abre. Por esta razón se recomienda que los envases al vacío, para su venta minorista, se les permite un **máximo de vida de almacenamiento de 10 días** desde la fecha de envasado (indicándolo en el envase mediante la leyenda: consumir antes de..), **salvo que el producto lleve un conservador o haya sido sometido a tratamiento térmico o curado.**

Con **carnes frescas (no curadas y no cocidas)** la ausencia de oxígeno causa pérdidas del característico color rojo de la carne. El envasado al vacío es por consiguiente raramente utilizado para envases al por menor, pero es ampliamente utilizado para los almacenamientos a largo y medio plazo en el comercio.

Con las **carnes curadas** las ventajas del envasado al vacío son:

- A causa de que el oxígeno se excluye de los envases, el crecimiento bacteriano se reduce. El débil crecimiento microbiano que tiene lugar produce dióxido de carbono que es un veneno para los microorganismos, por lo que se detiene su crecimiento. De esta forma la vida de almacenamiento se prolonga.
- La exclusión del oxígeno también mejora la estabilidad del color.
- El envasado al vacío elimina las pérdidas de humedad.
- Además, existen las ventajas ordinarias de los productos correctamente envasados en unidades convenientes para la exposición y venta, con un manejo higiénico en la tienda y en el hogar del consumidor.

Con **carne curada cocida** existe la desventaja que presenta el envasado al vacío es:

- En envases transparentes al vacío el color curado es inestable a la luz, especialmente a la luz ultravioleta. El problema se puede vencer, no obstante, con la utilización de película de envasado con barrera de UV.

Envasado en atmósfera modificada

Es una variante en la cual el envasado se hace con una alta proporción de dióxido de carbono en la atmósfera del espacio en cabeza. Se aprovecha de esta manera el efecto conservador del CO₂.

La carne fresca para la venta al por menor se envasa con una mezcla de CO₂ (10-15%) y oxígeno (85-90%); el alto contenido de oxígeno mantiene el color rojo de la carne.

La carne fresca para ser mantenida al por mayor (por ejemplo en trozos de canal) y especialmente carnes curadas, es deseable conservar la concentración de oxígeno tan baja como sea posible y si es posible eliminarlo enteramente. Se pueden utilizar atmósferas de 100% de CO₂, pero se emplean más la atmósfera compuesta por 40-80% de CO₂ y 20-60% de nitrógeno. Por razones no aclaradas todavía, pequeñas cantidades de un gas inerte como el argón son también útiles.

Sous-vide

En este proceso el envasado al vacío se combina con un tratamiento térmico suave (por ejemplo 100 minutos a 70°C, o 10 minutos a 90°C) seguido de almacenamiento y manejo a bajas temperaturas controladas cuidadosamente (0-3°C). Puede ser útil para carnes cocidas ligeramente o productos más complejos tales como comidas preparadas, sin conservadores añadidos, con mínima pérdida de sabor y comercialmente aceptables, con una vida de almacenamiento de hasta 8 días.

Envase activo

Determinadas sustancias se pueden incorporar en el material del envase o en dispositivos insertados en el envase, para incrementar la vida de almacenamiento cambiando las condiciones dentro del envase después del sellado.

Los secuestradores de oxígeno son los más comunes. Son pequeñas bolsas cerradas u otros recipientes (etiquetados "No comer"), que contienen polvos reductores, ordinariamente basados en hierro o ácido ascórbico, que son capaces de eliminar las últimas trazas de oxígeno; por ejemplo el oxígeno que pueda estar disuelto en un producto cárnico curado.

Enlatado

Es un caso especial en el que se debe:

- Calentar suficientemente el producto para destruir las bacterias y todas las esporas nocivas.
- Disponer de un envase seguro y fuerte para prevenir cualquier re-contaminación.

INFECCIONES E INTOXICACIONES ALIMENTICIAS

Las infecciones e intoxicaciones por alimentos son habitualmente de origen microbiano. Pueden producirse de dos formas principales:

- **Infección:** el consumidor come el alimento que contiene los organismos vivos, casi siempre en grandes cantidades.
- **Intoxicación:** el consumidor come alimentos que contienen toxinas producidas por los microorganismos que pueden o no estar todavía presentes.

Los síntomas comprenden diarreas y/o vómitos puesto que el cuerpo trata de librarse del veneno. Hay variación entre los diferentes organismos en cuanto a la gravedad de los síntomas y el tiempo entre el consumo del alimento y la aparición de los síntomas. El Cuadro 5.1 da un resumen de los principales microorganismos responsables, sus orígenes más comunes y los síntomas que producen. Los *clostridios* forman esporas que son resistentes al calor, de tal manera que sobreviven a los procesos térmicos que destruyen los organismos ordinarios (vegetativos) y crecen bien en ausencia de aire.

Son por lo tanto especialmente peligrosos en:

- Alimentos mantenidos calientes después de cocinar (permite germinar a las esporas), y en envases al vacío.
- Grandes porciones de la producción que se pueden contaminar en el intermedio (ejemplos pavo embutido, paté en grandes contenedores).

Se puede encontrar información sobre las causas y el control de las infecciones e intoxicaciones en libros de microbiología de los alimentos (ver la bibliografía al final del libro).

Cuadro 5.1 Organismos causantes de infecciones e intoxicaciones de origen cárnico.

Organismos	Principales fuentes de origen	Efectos
Estafilococos	(a) Pasos nasales de los animales y personas; por tanto <ul style="list-style-type: none"> • Personas con resfriados, etc. • Carne de cabeza de los animales. • Otras carnes en menor grado. 	(Intoxicación) Gravedad: ligera a moderada Aparición: rápida
Bacilos	(b) Heridas infectadas, diviesos, etc. <ul style="list-style-type: none"> • Personas. • los animales deberán ser tratados en la inspección de carnes. 	
	(c) Observar que algunos estafilococos son tolerantes a la sal y pueden sobrevivir en carnes curadas	
Salmonellas, Yersinia Campylobacter	Intestinos de los animales y personas: <ul style="list-style-type: none"> *La carne se contamina en la canal. *Algunas personas pueden ser portadoras de salmonellas ellas mismas sin síntomas y pueden infectar la carne. 	(Infección) Gravedad: moderada a severa; fatal en casos extremos (ejemplo niños pequeños, personas viejas) Aparición: lenta, 12-24 horas.
Clostridios	Suelo; por tanto en suciedad asociada con los animales Especies	(Intoxicación) Gravedad: <i>Clostridium perfringens</i> moderada; <i>Clostridium botulinum</i> frecuentemente fatal. Aparición: moderada o lenta, 8-24 horas o más

FORMAS DE EVITAR LA CONTAMINACIÓN MICROBIANA EN LA CARNE Y EN LOS PRODUCTOS CÁRNICOS

En la carne fresca y en los productos cárnicos frescos

(1) Empezar con tan pocos microbios como sea posible

Para conseguir esto, es necesario:

- Buena higiene y mínimas demoras en el sacrificio, formación de la canal, deshuesado y transporte.
- Si esas fases no están bajo el propio control de la industria, los proveedores deberán ser conocidos y se deberán fijar unas especificaciones estrictas. Una especificación razonable para los recuentos superficiales totales viables de la carne deshuesada comprada a un suministrador sería: rechazar la carne con 10^6 microorganismos por gramo o por cm^2 . Se pueden conseguir conteos de 1×10^4 trabajando en buenas condiciones. Si se trabaja con cuidado e higiene, se pueden conseguir conteos de 1×10^3 .
- Deberán efectuarse **rotaciones y control de existencias** de los materiales crudos y la **planta** de la industria y sus **locales** deberán estar limpios.

(2) Minimizar el crecimiento microbiano durante la elaboración.

- **El crecimiento microbiano es más grande sobre las superficies de corte de la carne.** Cuando la carne se ha cortado o triturado, se deberá utilizar con la mínima demora. Los fragmentos cárnicos, gotas, jugos, etc., no deberán permanecer alrededor de las superficies de trabajo, ya que pueden llegar a ser fuentes de nuevas contaminaciones. La alteración es evidente cuando el recuento alcanza 10^8 microorganismos por gramo o por centímetro cuadrado. El máximo absoluto de vida de almacenamiento es el número de días para que esto tenga lugar.
- **El control de la temperatura es crítico.** La carne deberá ser refrigerada o congelada cuando sea necesario. El manejo inadecuado de los equipos de refrigeración, congelación, etc., por sobrecarga, pobre control de puertas, etc., pueden reducir su eficiencia gravemente. La carne no deberá ser conservada en áreas de trabajo calientes por más tiempo que el necesario.
- Una larga vida de almacenamiento se obtiene solamente cuando el recuento inicial y la temperatura de almacenamiento son bajos. La vida de almacenamiento se reduce considerablemente aún por incrementos relativamente pequeños de las temperaturas de almacenamiento en la zona de -1°C a +6°C.

En la bibliografía que viene al final del libro, se encontrará información sobre los equipos de refrigeración y congelación para uso en las industrias cárnica.

(3) No introducir contaminación.

- *Higiene de la industria.* Las partes de los equipos o locales, limpiadas de forma deficiente, albergarán microbios que pueden contaminar los productos frescos que pasan a través de ellos.
- *Higiene del personal.* Los trajes de trabajo protectores y limpios, el lavados de manos, el calzado limpio, etc., son esenciales para prevenir la introducción de microbios transportados por el personal. Su efecto sobre la moral en general, orgullo en el trabajo, etc., y por lo tanto su influencia indirecta sobre la higiene de la industria, puede ser importante.
- *Control de plagas.* Los roedores, insectos o aves pueden introducir contaminación directa en el producto; su control tiene buenos efectos colaterales sobre la higiene en general.
- *Demoras en la producción.* Cuando hay demoras en la producción, se debe tener cuidado con el material en el fondo de los montones; puede estar allí tanto tiempo que se deteriore y llegue a ser un peligro para resto de los materiales

En las carnes cocidas y en los productos cárnicos cocidos

(4) Cocer completamente para destruir todos los organismos de las alteraciones e infecciones e intoxicaciones.

Dar por terminado el proceso de cocción a temperaturas a las cuales la carne "parece cocida" puede ser una comprobación suficiente de que se ha alcanzado la temperatura necesaria para la destrucción de los microorganismos. Pero es mejor utilizar termómetros para medir las temperaturas internas, que deberán ser de 70°C, o más altas.

En la mayor parte de los procesos de cocción las esporas no se destruyen pero no presentarán ningún problema mientras se prevenga su crecimiento realizando los siguientes procesos de forma adecuada.

(5) Enfriar rápidamente, en condiciones higiénicas.

- Evitar que el producto permanezca a temperaturas que puedan disparar el desarrollo de microorganismos.
- El alimento deberá comerse mientras todavía está caliente o ser rápida y eficientemente enfriado, o congelado si es necesario.

(6) Evitar la contaminación cruzada.

La contaminación de productos cocidos (pasteurizados o estériles) por la carne no cocida, o por el equipo o personal en contacto con carne no cocida, **deberá ser evitada a toda costa.** A causa de que la carne cocida está 'limpia microbiológicamente', los microbios de las infecciones e intoxicaciones alimenticias, pueden crecer muy rápidamente, sin competencia alguna.

Deberá utilizarse personal y equipos diferentes para los productos cocidos y para los no cocido, así como líneas de flujo organizadas para evitar el entrecruzamiento. Idealmente, se deberían utilizar locales diferentes.

Nota: El personal supervisor que debe trasladarse entre los departamentos es un factor de riesgo. Sus manos deberán lavarse frecuentemente. Los movimientos y contactos entre las áreas relativamente limpias y relativamente sucias (ejemplo líneas de sacrificio) deberán controlarse y minimizarse.

Alimentos cocidos

Los alimentos cocidos que se han enfriado se pueden recalentar, con tal que se *calienten completamente*, es decir a 70°C de temperatura central mínima, para destruir cualquier microbio que haya crecido desde la primera cocción, y *para consumo inmediato*. Hay que evitar cualquier posibilidad de crecimiento de las esporas sobrevivientes. Si hay duda sobre este punto, el alimento no debería ser recalentado.

CAPÍTULO 6 REFRIGERACIÓN Y CONGELACIÓN DE LA CARNE Y DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS

DEFINICIONES

En función de las temperaturas, se pueden establecer las siguientes definiciones o diferencias:

- **Refrigeración.**- Es el enfriamiento de un producto a temperaturas por encima de su punto de congelación, por ejemplo +5°C o 0-2°C.
- El término **superrefrigeración** se reserva algunas veces para el enfriamiento de un producto justo por encima o por debajo de su punto de congelación, ejemplo -2 a +2°C.
- **Almacenamiento refrigerado.**- Es el mantenimiento de un producto a temperaturas de refrigeración (0-5°C).
- **Congelación.**- Es el enfriamiento de un producto a temperaturas muy bajas, de forma que su agua de constitución se transforme en hielo, y el producto tenga una apariencia totalmente sólida.
Normalmente la congelación se hace a temperaturas de -18 °C hasta incluso -35 °C. En la congelación podemos tener varios casos:
 - Convertir el material no congelado (habitualmente a temperaturas de refrigeración, ejemplo 5°C) en material congelado; esto requiere una cantidad gran capacidad de refrigeración (página 96).
 - Enfriar el material congelado hasta su temperatura de almacenamiento. Por ejemplo hasta -18 °C o -25 °C.
- **Almacenamiento congelado.**- Es el mantenimiento del producto congelado a una temperatura apropiada, habitualmente -18 a -20°C. Esto se logra al mantener el ambiente (atmósfera) del almacén, a la temperatura deseada.

Si se utiliza equipo inadecuado para algunas de estas fases, no se pueden obtener los resultados esperados. En particular, un almacén frigorífico no se puede utilizar para congelar grandes o moderadas cantidades de material; el resultado es probable que sea un aumento en la temperatura de almacenamiento y por tanto una reducción en el desempeño de su función como un almacén.

Los productos que se suelen congelar son:

- Carne cruda, grasa, etc., con la intención de utilizarla como materia prima en la fabricación de otros productos.
- Productos terminados con la intención de venderlos como productos congelados.

Las temperaturas adecuadas según los casos, se resumen en el Cuadro 6.1.

MEDIDA DE LA TEMPERATURA

Al medir la temperatura deberá hacerse distinción entre:

- Temperatura del aire en el equipo, temperatura de las placas en los congeladores de placas, temperatura del líquido en los congeladores por inmersión, etc. Esto es relativamente fácil de medir utilizando termómetros en el equipo. Las temperaturas obtenidas pueden ser diferentes según el punto donde se haga la medida, y pueden ser diferentes de las temperaturas del producto almacenado.

Cuadro 6.1 Temperaturas apropiadas en refrigeración y congelación (en °C).

10	Temperatura máxima especificada en la legislación de la UE para las salas de despiece, etc. Límite más bajo de la zona de peligro microbiano (página 00)
7	Cesa el crecimiento de salmonellas.
0	Punto de congelación del agua pura. Cesa el crecimiento de todas las bacterias patógenas humanas.
-1	Se empieza a congelar el agua en la carne.
-2	Aproximadamente 50% del agua congelada.
-4	Proporción máxima del deterioro de la carne congelada (microbiano, enzimático, químico).
-6	Congeladores domésticos de una estrella.
-8	Aproximadamente 90% del agua congelada.
-10	Se destruyen en dos semanas (aproximadamente) los parásitos <i>Cysticercus bovis</i> y <i>Trichinella spiralis</i> . La actividad microbiana cesa. El crecimiento de hongos cesa.
-12	Congeladores domésticos de dos estrellas.
-13	Aproximadamente 95% del agua congelada.
-18	Congeladores domésticos de tres o cuatro estrellas. Temperatura de almacenamiento recomendada en general.
-20	Aproximadamente 98% del agua congelada.
-30	Típica temperatura del aire en los congeladores de chorro de aire. Cesan los cambios oxidativos de las grasas, aparentemente. Aproximadamente 100% del agua congelada.

- Temperatura superficial del producto. Esta se puede medir fácilmente utilizando termómetros de contacto.
- Temperatura en el centro del producto. Esta se puede medir en condiciones experimentales:
 - o Insertar un termómetro, sonda, etc., dentro del producto y dejar que se produzca la congelación.

- Hacer un agujero después de la congelación, utilizando una taladradora, un taladro de acero inoxidable, etc., y luego insertar un termómetro; tener en cuenta 1-2°C de elevación de la temperatura debido al taladro.
- Temperatura media del producto. Esta es la temperatura que deberá alcanzar el producto completo cuando se equilibra habitualmente en un mínimo de varios días. Es difícil calcular de antemano.

EFFECTOS DE LA CONGELACIÓN

El principal propósito de la congelación es mantener la calidad y la vida útil del producto durante períodos más largos de los que serían posibles a más altas temperaturas. Los aspectos de la calidad que pueden verse afectados se consideran más adelante

En general, y bajo las condiciones adecuadas, el deterioro de la calidad es pequeño o muy bajo, pero puede ser importante en condiciones inadecuadas.

Efectos microbiológicos

El crecimiento microbiológico cesa a -10°C aproximadamente (y el crecimiento de las bacterias de intoxicaciones e infecciones a +7°C), pero la mayor parte de las bacterias no se destruyen a las temperaturas típicas del almacenamiento frigorífico 8de 0 °c a 6 °C). En el almacenamiento frigorífico se puede producir una cierta reducción del contenido microbiano de los productos, pero no es digna de tenerse en cuenta.

La calidad microbiológica de un alimento congelado no puede ser mejor que la que tenía antes de la congelación. Por lo tanto:

- Congelar solamente material de buena calidad, manipulado higiénicamente, etc.
- Congelar tan pronto como sea posible después de la preparación para minimizar el crecimiento microbiológico.
- Una vez iniciado el proceso de congelación, éste debe ser rápido.

Se ha de observar que el crecimiento microbiano se reanudará cuando se descongele el material. Después de la descongelación, el crecimiento continuará en la misma proporción (relacionada con la temperatura del material) como si no hubiese sido nunca congelado.

En las canales refrigeradas y congeladas puede existir una reducción en el total de microbios debido al secado de la superficie. En cajas de carne (revestidas de polieteno) o productos cárnicos envasados adecuadamente, esta desecación no se presenta.

Crecimiento de mohos

Se puede presentar a temperaturas de aproximadamente -10°C. La presencia de mohos en los productos congelados es un signo de que existía contaminación y crecimiento antes de la congelación o que la temperatura de almacenamiento frigorífico es demasiado alta.

Hasta los años 1950 el moho negro ('manchas negras') era frecuente en los almacenes frigoríficos que operaban a temperaturas de -10°C. Habitualmente las manchas de mohos llegan a ser visibles a los dos meses aproximadamente.

Efectos químicos

Dureza de la carne en relación con el tiempo de congelación

El factor clave es si el rigor mortis ha comenzado o ha sido resuelto en el momento de la congelación.

Enranciamiento de la grasa

El enranciamiento de la grasa es la principal causa de los sabores rancios en carne congelada almacenada, esté curada o no. Habitualmente es el factor limitante de la vida de almacenamiento congelado.

El enranciamiento se debe sobre todo a la acción oxidativa del oxígeno del aire sobre las grasas (enranciamiento oxidativo); este se mide ordinariamente por el valor de los peróxidos formados durante el proceso (VP). El enranciamiento lipolítico, que tiende a causar sabores jabonosos y es medido por el valor ácido o ácidos grasos libres (FFA), también se presenta pero es menos significativo.

Los factores que aceleran el proceso de enranciamiento son:

- **Aire u oxígeno.** Las carnes envasadas al vacío, si el envase es perfecto, se verán libres del enranciamiento. El envasado perfecto es raro.
- **La luz** acelera los cambios químicos. En términos químicos los 'radicales libres' aumentan.
- **Grasa más blanda** es una grasa más insaturada, y el oxígeno tiene más facilidad para fijarse en los dobles enlaces, produciendo su enranciamiento. Por ejemplo, la carne de cerdo es más propensa al enranciamiento que la carne de vacuno.
- **Pigmentos de la carne o pigmentos de la sangre.** En términos químicos, la oxidación de la grasa y la oxidación de los pigmentos son autocatalíticos; un proceso estimula al otro. Los pigmentos pueden estar en contacto con la grasa en productos picados o donde la higiene es pobre y las superficies de la grasa se manchan con sangre, jugo de la carne o fragmentos de carne.
- **Condiciones de congelación.** Existen dos efectos:

- o (i) Los cambios químicos van más lentamente a más bajas temperaturas.
 - o (ii) Como en forma hielo, las sustancias reaccionantes se concentran en el agua restante, haciendo que los cambios químicos vayan más rápidos. En el caso del enranciamiento, este efecto es mayor que el de la baja temperatura.
 - o Las peores temperaturas para el enranciamiento están entre -2 y -4°C, donde la temperatura no es muy baja pero existe una alta proporción de agua congelada.
- **Sal.** Esta puede acelerar los cambios químicos, posiblemente porque reduce la disponibilidad de agua; opera por tanto igual que el hielo sólido.

El desarrollo del enranciamiento está frecuentemente asociado con la alteración del color de los pigmentos cárnicos, como ya hemos visto. Por ejemplo, la utilización de grasa congelada que ha empezado a oxidarse puede causar un rápido cambio de color en las hamburguesas.

Pastas de carne

No hay problema especial con las pastas no cocidas al horno. Las pastas cocidas al horno pueden enranciarse rápidamente a las temperaturas de descongelación (página 180).

Efectos físicos de la congelación

Formación de hielo. Efectos mecánicos y químicos

Cuando la carne se congela, es el agua la que se congela, formando cristales de hielo. La localización del agua en la carne magra no congelada se muestra en la Figura 2.1. La forma y tamaño de los cristales de hielo formados puede afectar a otras propiedades de la carne. La cantidad de hielo presente en la carne es constante a una temperatura dada, pero el tamaño de los cristales depende de la clase de congelación. Así tenemos:

- **Congelación rápida.** Se forman muchos pequeños cristales simultáneamente, dentro y fuera de las células; el agua ligada a las miofibrillas es la última en congelarse (Figura 6.1 (a)).
- **Congelación lenta.** Primero, los cristales se forman en el agua fuera de las células. Estas luego crecen puesto que el agua líquida es atraída por ellas. El resultado son grandes cristales de hielo, principalmente fuera de las células, y alguna deshidratación de los contenidos celulares (Figura 6.1 (b)).
- **Temperaturas fluctuantes en el material congelado.** Cuando la temperatura se eleva se funde parte del hielo. Normalmente el hielo se pierde igualmente de todos los cristales existentes, de tal manera que los cristales más pequeños pueden desaparecer. Cuando la temperatura cae, se reforma hielo sobre los cristales restantes, haciéndolos crecer.
- **Congelación en los tejidos grasos.** El agua presente en el tejido conectivo en los tejidos grasos se congela en forma similar. No hay

ninguna deshidratación de las células en la congelación lenta, pero las sustancias disueltas se concentran en el agua no congelada, como en la carne magra.

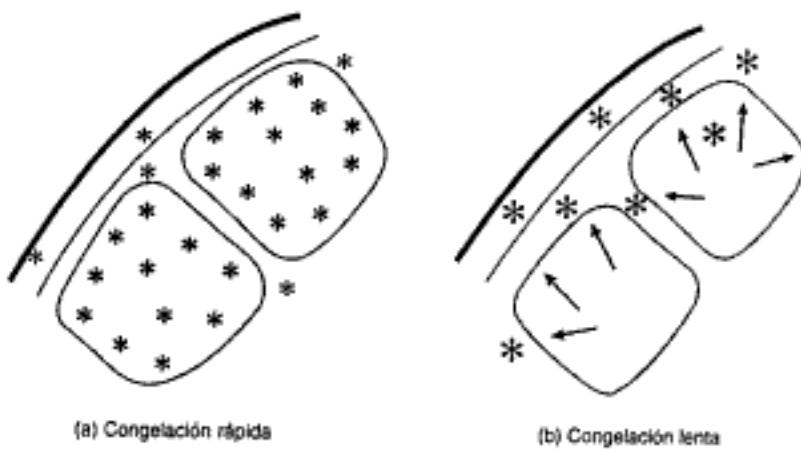


Figura 6.1 Formación de hielo en la carne.

Consideraciones térmicas

Se produce una extracción de calor de la carne cuando se enfria o congela. Y se produce una aportación de calor cuando se descongela. Para el agua pura las cantidades de calor necesarias se señalan en el Cuadro 6.2.

Cuadro 6.2 Consideraciones térmicas en la congelación y descongelación de la carne.

Enfriamiento	Calentamiento	Cantidad de calor a extraer (enfriamiento) o suministrar (calentamiento)	
		Kcal / kg	Kj / kg
Enfriamiento de la temperatura corporal (37°C a 0°C)	Calentamiento de 0°C a 37°C	37	155
Agua de congelación a 0°C a hielo a 0°C	Descongelación del hielo a 0°C a agua a 0°C	80	335
Enfriamiento de 0°C a - 20°C	Calentamiento de -20°C a 0°C	10	42

El factor más importante es la conversión del agua en hielo (o viceversa) sin cambios en la temperatura (extracción del 'calor latente'). La Figura 6.2 muestra las curvas de enfriamiento típicas para la carne congelada en corriente de aire a -30°C . La sección plana (A) representa el largo tiempo que se necesita para congelar el agua en medio de la carne. Las conclusiones generales que podemos sacar, son:

- La principal carga térmica en una planta congeladora es la que se deriva de congelar la carne; enfriar la carne congelada desde el punto de congelación a -20°C , por ejemplo, es relativamente fácil.

- A la inversa, cualquier fallo en la planta de refrigeración, o grave sobrecarga, etc., es probable que signifique que algunos lotes de carne no se congelan o lo hacen de forma deficiente.

Evaporación

La atmósfera en un congelador o almacén frigorífico es normalmente muy seca, a causa de:

- Los serpentines de congelación o placas son los componentes más fríos de la unidad.
- El agua se condensa por tanto sobre los serpentines o placas, formando 'escarcha'.
- El vapor de agua es por tanto atraído a la atmósfera alrededor de los serpentines desde la atmósfera más lejana; es decir la atmósfera más lejana se hace más seca.

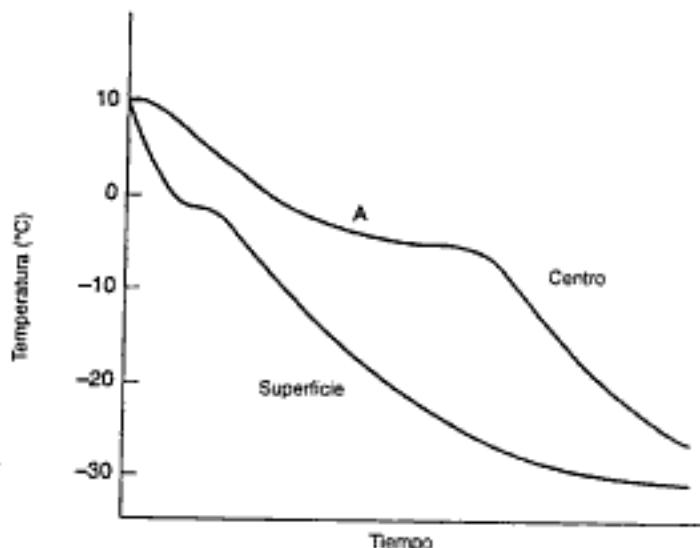


Figura 6.2 Congelación de una pieza grande de carne.

Por lo tanto, todos los géneros que estén en el almacén y no estén bien protegidos, perderán humedad. El material se desecará y la atmósfera más húmeda contribuirá a la escarcha de los serpentines. La pérdida de agua del producto aparecerá como una pérdida de peso.

Quemaduras de congelación

La quemadura de congelación es el resultado de la sublimación del hielo desde una superficie no protegida de la carne o producto cárnico. En las fases tempranas hay pequeñas manchas blancas o áreas grises, algunas veces llamadas 'chamuscos de congelación'. Este cambio de coloración puede desaparecer cuando la carne se descongela y la superficie de la carne se rehidrata. Si la quemadura del congelador es

grave, no desaparecerá al descongelar. Estas quemaduras no son nocivas, pero afectan a la apariencia, calidad y las propiedades de elaboración. Cuando se presentan quemaduras de congelación también se suelen producir pérdidas de peso.

La quemadura de congelación y la pérdida asociada de peso se pueden evitar si se observan los puntos siguientes:

- Prevenir la desecación por un envase efectivo (polieteno u otro material a prueba de humedad).
- Evitar dañar el envase, manejándolo con cuidado.
- Los almacenes con aire en reposo son mejores que los almacenes con aire en ventilación.

EFFECTOS DE LA CONGELACIÓN Y LA DESCONGELACIÓN SOBRE LAS PROPIEDADES DE LAS CARNES

Color

Las carnes rojas (vacuno, ovino mayor y cerdo) son más oscuras, más castaño/gris, cuando están congeladas que descongeladas.

La carne oscura de aves domésticas, conejos y aves de caza pueden tener una apariencia púrpura cuando están congeladas y más rojas cuando descongeladas.

La carne blanca de pollo es rojo castaña si se congela lentamente y de color crema a blanca si es congelada rápidamente. Estos colores revierten al crema al descongelar. Los colores oscuros son habitualmente tomados como un signo de que la carne de ave ha sido descongelada y lentamente recongelada con malas prácticas.

Pérdidas por goteo

Se sabe ahora que las pérdidas por goteo de la carne que está congelada y luego descongelada, y por tanto las pérdidas potenciales cuando la carne es cocida, están en gran parte afectadas por la velocidad de congelación. Cuanto más rápido se congela la carne, más bajas son las pérdidas. Para conseguir los mejores resultados, se debe prestar atención a:

- Tamaño de las piezas a congelar. Cuanto más pequeñas, más rápida será la congelación.
- Temperatura de trabajo y eficiencia del congelador. Cuanto más frío produzca el aparato, más rápida será la congelación.

Pérdidas por cocción

Carne magra

- Las pérdidas de agua solo se ven ligeramente aumentadas en la congelación y descongelación de la carne magra.
- La capacidad de ligazón de la carne a la grasa, que depende del sistema carne magra - agua - sal, se poco afectada por la congelación y descongelación de la carne

magra, excepto en algunas piezas del cuarto anterior vacuno. Las razones para esto no están todavía claras.

- La carne magra puede ser dividida en estado congelado sin efectos adicionales sobre el sistema carne magra-agua-sal y la capacidad de unión a la grasa, pero se ha de observar que en estado congelado el agua no está disponible para disolver sal o proteína; la parte agua-sal del sistema es solamente efectiva en el estado descongelado. La reducción en el punto de congelación causada por la sal no es suficiente para contrarrestar esto.

Tejido graso

Las pérdidas de grasa no aumentan por la congelación y descongelación. Una grasa descongelada se comporta, a la misma temperatura, como otra grasa de similares características que no haya sido sometida a los procesos de congelación y descongelación.

No obstante, las pérdidas de grasa aumentan cuanto más bajas son las temperaturas de división; la grasa congelada, sometida a corte, siempre da pérdidas fuertes.

Vida de almacenamiento de las carnes y los productos cárnicos congelados

Algunos valores típicos para la vida de almacenamiento de las carnes y de los productos cárnicos congelados, se indican en el Cuadro 6.3.

MANEJO DE LA CADENA DEL FRÍO

Refrigeradores

Son aparatos para el mantenimiento de un espacio de aire a una temperatura próxima al punto de congelación del agua (0°C). Trabajan por la compresión y expansión de forma alternativa de un gas refrigerante. Hay tres partes esenciales en una instalación de refrigeración:

Compresor: el gas se comprime por una bomba y se calienta en el proceso.

Condensador: el gas pasa a través de tubos o placas enfriadas en el exterior por el aire o agua o una combinación de ambos; el enfriamiento hace que el gas presurizado se convierta en líquido.

Evaporador o serpentines de enfriamiento, localizados en el espacio a ser enfriado; la presión desciende, el líquido se vaporiza, consumiendo calor en el proceso. Es calor proviene del producto que queremos enfriar o del aire del almacén frigorífico.

Refrigerantes

Durante muchos años los CFC no tóxicos (hidrocarburos completamente clorados y fluorados, con nombres comerciales Freon o Arcton) fueron los preferidos, hasta el descubrimiento de los efectos perjudiciales que los compuestos de cloro gaseoso tienen sobre la capa de ozono. Ahora, existe un acuerdo internacional (Protocolo de Montreal y Reglamento EC 3093/94), el uso de los CFC se ha eliminado y los HCF (hidrocarburos parcialmente clorados y fluorados) han de ser abandonados hacia los años 2020 o 2030. Siguen siendo permitidos los HCF que no contienen cloro.

El amoniaco, aunque hace años fue desplazado por los CFC, está volviendo a extenderse su utilización. Es efectivo y económico, pero altamente venenoso. No obstante, su olor característico es una salvaguarda en caso de pequeñas fugas.

Está también introduciéndose el uso del butano, pero aquí el problema es su inflamabilidad.

Congeladores

El término 'congelador' se utiliza para indicar el equipo de congelación de alimentos, etc., no almacenes frigoríficos para mantener alimentos congelados.

Cuadro 6.3 Vida de almacenamiento de las carnes congeladas. (*Recommendations for the Processing and Handling of Frozen Foods. International Institute of Refrigeration, 1964*).

	Temperaturas °C	Vida de almacenamiento esperada (meses)
Vacuno		
Asada, filetes, envasados	-12 -15 -18 -24 -18	5-8 6-9 8-12 18 12
Carne picada, envasada (no salada)	-12 -18	5-6 4-8
Temera		
Asada, chuletas	-18	8-10
Chuletas, cubos	-18	6-8
Cordero		
Asada, chuletas	-12 -20 a -18 -23 a -18 -18	3-6 6-10 8-10 12
Cerdo		
Asada, chuletas	-12 -18 -23 -29 -18	2 4-6 8-10 12-14 6-8
Picada, embutidos	-18	3-14
Carne o jamón, ahumados	-18	5-7
Jamón, fresco	-23 a -18	6-8
Bacon, fresco (en verde)	-23 a -18	4-6
Aves, evisceradas, en envases a prueba de humedad	-12 -18 -23 a -20	3 6-8 9-10
Pollos fritos	-18 -29	3-4 14
Conejos	-23 a -20	Más de 6
Despojos, comestibles (envasados)	-18	3-14
Tocino	-18	9-12

Capacidad diseñada para la congelación

Se ha de tener en cuenta que cada congelador se ha diseñado para congelar:

- Un volumen, tamaño y forma especificada de producto.
- A una velocidad especificada.
- Desde una temperatura inicial especificada.

Un incremento en la velocidad o temperatura inicial significará probablemente que el producto será congelado menos completamente; su superficie puede aparecer como normal pero el centro estará menos congelado y se equilibrará a una temperatura media superior. Por lo tanto, lo que hemos hecho es una carga de enfriamiento adicional sobre el equipo de almacenamiento frigorífico.

Tipos de congeladores

Las casas fabricantes tienen equipos de varios tipos:

Congeladores por aire a bajas temperaturas

Este es el tipo más común de congelador, y tiene las siguientes características:

- Corriente de aire de -30 a -40°C.
- Velocidad del aire de 5 metros por segundo.
- Operaciones en lotes o continuas.
- Manejo de productos con muchas formas y tamaños.

Congeladores de placas

- Comprende placas metálicas pesadas refrigeradas; el producto se congela entre ellas.
- Utilización de envases rectangulares uniformes o bloques.

Congelación por inmersión en líquidos

- Utilizado para aves, especialmente pavos.
- El producto envasado se sumerge en un tanque o se baña por un refrigerante pulverizado, normalmente cloruro de calcio o solución de propilen-glicol.
- Proporciona una congelación con formación rápida de una 'corteza' exterior en el producto.
- Hay problemas con las fugas de refrigerantes en los envases; esto no es nocivo, pero puede necesitar lavado y recongelación.

Congelación por gas en estado líquido

- En este tipo de congelación, un gas no tóxico a presión (en estado líquido) se pulveriza cerca del producto sobre un transportador. Al vaporizarse, el gas roba calor al producto que acaba congelandose de forma rápida. Los gases más utilizados son el **nitrógeno**, que pasa de líquido a gas a -196°C, y el **dióxido de carbono** que lo hace a una temperatura de -78°C.
- El proceso es muy rápido.
- Excelente para artículos pequeños, por ejemplo porciones de pollo.
- Con artículos grandes hay problemas formación de grietas superficiales en el producto cuando se expande el centro del mismo durante la congelación, después que la corteza ya se ha formado.
- Relativamente costoso; se debería utilizar sólo cuando se requiere una congelación rápida.

Almacenes para productos congelados

Problemas de temperatura

Los almacenes están básicamente diseñados para conservar el aire frío los productos que ya vienen completamente congelados. En estos almacenes se pueden presentar problemas tales como:

- El aire húmedo en el almacén conduce al escarchado de los serpentines enfriadores, etc. El desescarchado se hace con aire caliente.
- Si el producto que entra en el almacén no está correctamente congelado, es necesario acabar el proceso en el propio almacén, lo que supone una carga extra sobre su sistema frigorífico, lo que a su vez puede conducir a no conseguir las temperaturas previstas de almacenamiento para los productos.
- El apilamiento deberá permitir el movimiento del aire entre las cajas de producto.

Quemaduras de los productos por la congelación

La evaporación desde las superficies quemadas del congelador puede también conducir al escarchado de los serpentines de enfriamiento y problemas como los señalados más arriba.

Iluminación

La eliminación fuerte durante el almacenamiento puede causar problemas de color y enranciamiento en los productos cárnicos congelados.

El "efecto invernadero" tiene lugar algunas veces en los almacenamientos frigoríficos y frecuentemente en los muebles de exposición al por menor. Si un alimento en recipientes transparentes (ejemplo bandejas envueltas) se coloca a la luz, la radiación de la luz aumenta la temperatura del producto sin cambiar la temperatura externa del aire (como en un invernadero). El deterioro de la calidad por esta causa puede ser rápido.

Transporte del producto congelado

Los problemas son en su mayor parte los del mantenimiento de la temperatura. En principio son similares a los almacenes para productos congelados congelados, pero exagerados:

- La apertura de puertas, el desconectado de las unidades de frío, temperaturas iniciales altas del producto debido a retrasos durante la carga, etc., tienen un gran efecto a causa de que la cámara es relativamente pequeña y con poca reserva de frío.
- El aislamiento es probable que sea menor que en el almacén.

DESCONGELACIÓN

Transferencia de calor desde una fuente más caliente

La descongelación de los alimentos tiene lugar por la transferencia de calor de una fuente más caliente (aire o agua que rodea al producto congelado) hacia el citado producto que está más frío. Esto proceso de descongelación es menos eficiente, desde el punto de vista térmico, que el proceso de congelación. La transferencia de calor dentro del producto depende:

- **Conductividad térmica.** La conductividad térmica del agua es mucho más pequeña que la del hielo. La descongelación es por tanto un proceso más lento que la congelación, ya que el calor tiene que pasar a través de un grosor creciente de agua en lugar de un grosor creciente de hielo, como se muestra en la Figura 6.3.
- Diferencia de temperatura entre el producto y la fuente de calor. Esto se determina habitualmente por la temperatura de la fuente exterior. Una gran diferencia de temperatura puede ser dispuesta por la congelación pero es habitualmente difícil disponer de una alta temperatura externa para la descongelación, a causa de los problemas microbiológicos que se pueden presentar, como veremos más adelante.
- Naturaleza del medio de calentamiento. El agua transfiere el calor más eficientemente que el aire, pero también causa más problemas de higiene.

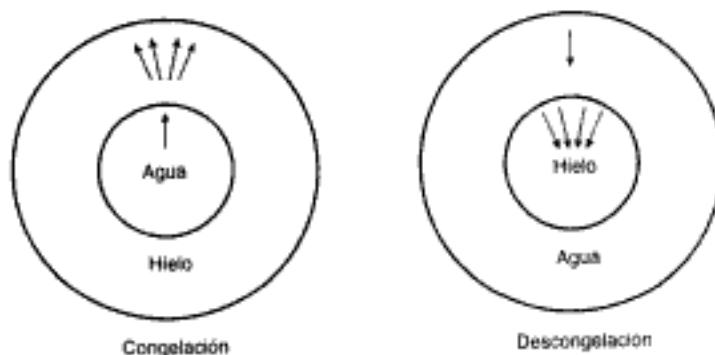


Figura 6.3 Conductividad térmica durante la congelación y descongelación.

Las condiciones para el crecimiento microbiano son mucho mejores durante la descongelación que durante la congelación porque:

- Hay humedad y nutrientes para los microbios en el exterior de la carne tan pronto como comienza la descongelación; si se utiliza agua en la descongelación, ésta también puede ser un medio de crecimiento para los microorganismos.
- Cuanto más alta es la temperatura externa más rápido es el crecimiento microbiano; cuanto más baja sea la temperatura de la descongelación más lento será el proceso y mayor el tiempo para el crecimiento microbiano; el mejor compromiso es probablemente utilizar aire a 5-7°C circulando pausadamente con un ventilador.

Generación de calor dentro del producto

La descongelación por este método (el calor se inicia en el centro del producto), puede ser rápida y evita la mayor parte de los problemas microbiológicos.

- Microondas (calentamiento de radiofrecuencia); es bueno para unidades de tamaño uniforme y forma. Hay problemas de sobrecalentamiento o 'descongelación descontrolada' en algunas partes del producto.
- Calentamiento dieléctrico También bueno para unidades de tamaño y forma uniformes.

Ambos sistemas requieren equipos costosos; por lo que es necesario descongelar una gran cantidad de producto para rentabilizar las inversiones en estos aparatos.

Recongelación

Por varias de las razones expuestas anteriormente, la carne descongelada o parcialmente descongelada se deberá considerar como carne fresca con una vida de pocos días, y susceptible a su contaminación microbiológica. Siempre que esto sea reconocido y tenido en cuenta, tales carnes descongeladas pueden técnicamente ser recongeladas si se hace adecuadamente. En la práctica, no obstante, puede ser difícil asegurar que la operación completa se haga correctamente y que se tenga en cuenta la reducida vida comercial de almacenamiento del producto final.

Las razones para no recongelar incluyen por tanto:

- El hecho de que la alteración ya ha comenzado en el estado de descongelación; al descongelar la segunda vez, la vida de almacenamiento es ya mucho más corta.
- La recongelación, al menos la hecha adecuadamente en un congelador de aire, congelador de placas, etc., impone una carga al equipo de refrigeración para el cual no se ha diseñado.

CAPÍTULO 7 COCCIÓN DE LA CARNE Y DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS

Introducción

Casi todos los productos cárnicos se someten a cocción por el fabricante o por el consumidor, y algunas veces por ambos. Las excepciones son:

- Jamón crudo.
- Embutidos secos y fermentados.
- Carne desecada.
- Partes no hechas de los filetes, etc. (Ver más abajo).

VENTAJAS DE LA COCCIÓN

Ventajas primarias

En primer lugar, con la cocción la carne se hace más agradable al paladar. Además:

- Se hace más tierna. Con músculos puros (por ejemplo filetes de primera), el efecto es muy pequeño, porque la carne es ya tierna, por tanto se requiere una mínima cocción; por ejemplo filetes y roast-beef poco hecho. La carne menos 'noble', es decir la mayor parte de la carne en los productos industrializados, se debe de cocer para suavizar el tejido conectivo.
- El color cambia con la cocción. Por ejemplo, el color es rosado en el jamón cocido y bacon frito y colores castaños en los roast-beef, carnes a la parrillas, etc.
- Gracias a la cocción, se desarrollan sabores y aromas.

Gracias a las temperaturas alcanzadas en la cocción, las bacterias nocivas, parásitos, etc., son destruidos. Por lo tanto, la carne cocida es más sana para comer que la carne no cocida. Ver el capítulo 5 para más detalles. Observar especialmente los requisitos para evitar la recontaminación después de la cocción.

Como se indicaba más arriba, las excepciones son:

- Carnes cocidas poco hechas. Estas son seguras para su consumo cuando se cumplen los siguientes requisitos:

- La parte no hecha está en medio de una pieza no cortada de carne (por ejemplo, filete, roast beef), y por tanto no contaminada con bacterias, etc.
- La carne se trata cuidadosamente y se sirve muy pronto después del corte (por ejemplo bistéck tartar), de tal manera que ninguna bacteria contaminante tenga tiempo para crecer;
- En el caso de carne de vacuno bien madurada, el color moreno 'cocido' no aparece hasta que la temperatura está pasa de los 70-72°C, necesaria para la seguridad microbiológica. (Pero se ha de tener en cuenta el posible problema del 'oscurecimiento prematuro').
- Embutidos secos, jamones crudos, etc. En estos productos el control de las bacterias nocivas resultan de la composición del producto: sal, ácido, nitrito y especialmente el bajo contenido de humedad (baja actividad acuosa).

Efectos secundarios de la cocción

- Los productos divididos o fabricados se unen al calentarse.
- El color curado se 'fija' o se convierte en la forma desnaturalizada.
- La pasta de carne, etc, se cuece.
- Efectos sobre el valor nutritivo:
 - Las **proteínas** se desnaturalizan; esto tiene poco efecto sobre el valor nutricional de la carne, salvo que la cocción fuerte reduce el contenido de lisina disponible.
 - **Vitaminas y minerales**; la carne es una importante fuente de hierro y determinadas vitaminas en la dieta media. Las vitaminas, salvo la B1, apenas si se ven afectadas por la cocción; ver el Cuadro 7.1.

Cuadro 7.1 Efectos de la cocción sobre los nutrientes de la carne.

Nutriente	% Contribución a la ingesta media	Efectos de la cocción
Hierro	38	Ninguno
B ₁ (tiamina)	22	Gran reducción
B ₂ (riboflavina)	30	Pequeña o ninguna reducción
Ácido nicotínico	41	Pequeña o ninguna reducción
A	32	Pequeña o ninguna reducción
D	39	Pequeña o ninguna reducción

CAMBIOS QUE OCURREN EN LA COCCIÓN

Los efectos que se describen más abajo, se resumen en la Figura 7.1. Se ha de observar especialmente lo siguiente:

El agua hiere a 100°C

El punto de ebullición en la carne es ligeramente más alto de 100°C a causa del efecto de las sales disueltas; no obstante la diferencia es insignificante y se puede obviar a efectos prácticos.

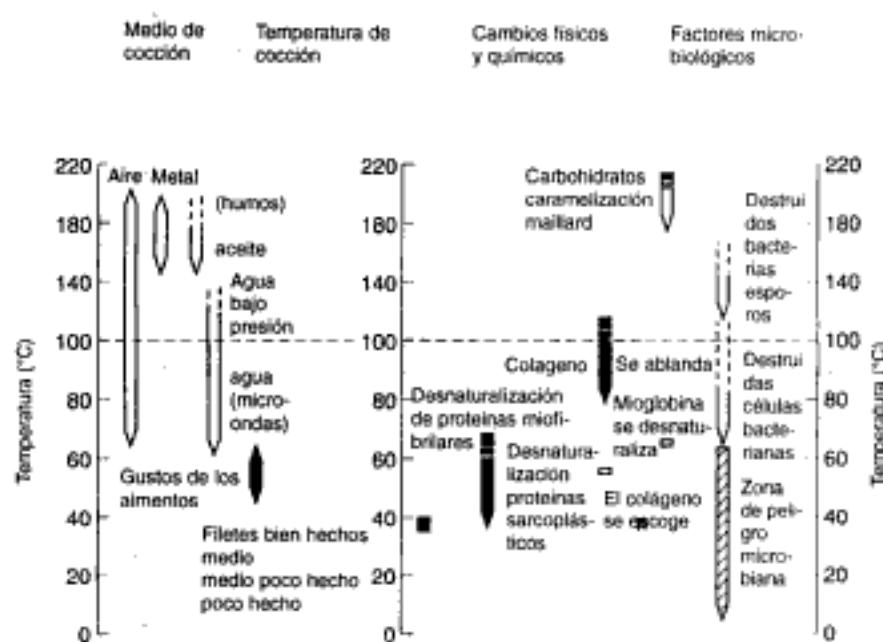


Figura 7.1 Temperaturas significativas en la cocción.

- Mientras el agua está presente, la temperatura no puede ser más alta de 100°C; a causa del alto contenido en agua de la carne magra; esto significa que en la práctica la temperatura en el centro de casi todas las piezas de carne no excederá de 100°C cualquiera que sean las condiciones externas de la cocción
- La cocción bajo presión sube el punto de ebullición del agua de tal manera que toda la carne alcanza temperaturas más altas, de hasta 120-125°C; esto tiene lugar en la cocción de productos enlatados y en los autoclaves de esterilización.
- Solamente si la superficie más externa se deseca, se alcanzarán temperaturas más altas de 100 °C; esto tiene lugar en el asado, asado a la parrilla y fritura.

Cambios de las proteínas

- Las **proteínas sarcoplásmicas** (solubles) precipitan progresivamente desde los 40°C. Así la carne llega a ser más pálida, a causa del incremento de la luz dispersa. La mayoría de las precipitaciones se presentan por encima de 60°C; siendo completa a aproximadamente 70°C.
- Las **proteínas contractiles** (miofibrillas)- actina y miosina- se desnaturizan a 65-70°C. El exudado de **miosina** se deposita por el calor a esta temperatura.

- El **tejido conectivo** (colágeno) se contrae a 55-60°C; (por tanto hay un incremento en las pérdidas de agua a esta temperatura). Esto puede provocar la rotura de embutidos. El colágeno se ablanda a 80-100°C en presencia de agua y se hidroliza en gelatina desde 90°C aproximadamente. Idealmente, el 25-40% del colágeno debería estar hidrolizado; si hay más de esta cantidad la textura del producto puede verse afectada desfavorablemente. Sin agua añadida resulta duro y seco y en la presencia de agua se hace más blando y desintegrado.
- Los **colores de la carne** (mioglobina, nitrosil mioglobina) se desnaturalizan a 65-75°C:

Carne no curada: rojo → negro

Carne curada: rojo → rosado

Pérdidas por cocción

Pérdidas de agua

En la cocción, las pérdidas de agua o fluidos dependen principalmente de la temperatura del producto y en grado más pequeño del tiempo de cocción. Existe un gran incremento en las pérdidas entre las temperaturas de 50-60°C; el 80-100% de la pérdida total se produce en el tiempo en que la muestra alcanza 80°C.

En una pieza grande de carne o producto cárnico, las pérdidas totales dependen de las temperaturas alcanzadas a diferentes profundidades. Así, por ejemplo, para el mismo producto cocido a la misma temperatura en el centro:

- Una cocción rápida proporciona temperaturas superficiales altas, por consiguiente elevadas pérdidas en la superficie. Esto significa unas pérdidas totales altas.
- La cocción más lenta origina temperaturas superficiales más bajas (para una misma temperatura central). Por lo tanto, unas pérdidas más bajas en la superficie, con las mismas pérdidas en el centro, significa que las pérdidas totales serán más bajas.

Parte del agua perdida se puede reabsorber si la carne permanece en contacto con el líquido durante el enfriamiento.

Se dice algunas veces que el ‘sellado’ de la carne por ‘cauterización’ reduce las pérdidas totales, pero no hay evidencia de que sea así.

Pérdidas de grasa

La grasa funde a 37-40°C. La grasa libre puede por tanto escapar de una mezcla de productos a bajas temperaturas, al menos que se mantenga en una efectiva matriz. Los tejidos grasos permanecen relativamente indemnes hasta los 130-180°C, aunque algunas células individuales pueden estallar a temperaturas más bajas, esto es 50-55°C.

Cambios cuando la cocción es por encima de 100°C

A esas temperaturas se forman colores oscuros por:

- Deshidratación.
- Chamuscado (sobre 150°C).
- Reacciones de oscurecimiento tipo Maillard (sobre 150°C). Estos cambios requieren aminoácidos, especialmente lisina y alanina de la proteína carnica; además de azúcares reductores (ejemplo: glucosa, lactosa del azúcar añadido, miel, leche en polvo, etc.); o grasas oxidantes.

Se ha de anotar que estos cambios no pueden presentarse por debajo de 100°C; la temperatura en el centro de la carne no puede exceder de 100°C mientras exista agua presente agua está presente, así los cambios señalados más arriba solamente pueden ocurrir en la superficie.

Cambios de sabor y olor

La química del sabor y del olor de la carne es muy compleja y no muy conocida en sus detalles. Algunos puntos si están bastante claros:

- El sabor de la carne cruda no es muy fuerte.
- El sabor de la carne cruda es un tanto metálico, debido al hierro de la mioglobina y hemoglobina.
- Los sabores característicos de las diferentes especies de carne parecen residir principalmente en las respectivas grasas.
- Las grasas duras tales como las de vacuno y ovino mayor, tienen altas proporciones de material sólido a la temperatura de la boca humana; por tanto forman depósitos sólidos, sebosos, que la mayor parte de la gente considera desagradables; esto no ocurre con las grasas más blandas como las de cerdo.
- Cuanto más viejo es el animal, más fuerte es el sabor. Así el sabor de la carne de vacuno es más fuerte que la de ternera; el sabor de la carne de gallinas ponedoras más fuerte que la de los broilers, etc.

Durante la cocción se desarrollan agradables e interesantes sabores y olor. Los principales efectos son:

- Donde está presente mucho tejido conectivo en la carne magra, éste se hidroliza y ablanda.
- Hay una sensación incrementada de jugosidad; por tanto cualquiera de los sabores presentes es más fácilmente percibido.
- La ruptura de algunos constituyentes carnícos produce inosina, un producto de degradación del ATP, ADP, etc., que aumenta los sabores por sensibilizar el paladar. (*Nota:* se suele añadir a los alimentos glutamato monosódico con este fin; 0,1% es usualmente suficiente).
- Durante la cocción se producen muchas otras sustancias sápidas, la mayor parte de ellas, solo en cantidades de trazas.

- Fuertes sabores y olores se originan por la caramelización y reacciones de Maillard a temperaturas de más de 150°C, es decir en las superficies de las carnes durante el asado, fritura, etc.
- Fuertes sabores y aromas característicos de las especies de carne se producen al calentar losácidos grasos en el aire; así la grasa de pollo fundida seca, las gotas de grasas vacunas, etc., son buenas fuentes de sabores y olores a pollo, vacuno, etc.

Sabores de productos añadidos tales como especias, hierbas, etc., se incorporan durante el proceso de cocción.

Se ha de observar también que:

(a) El sabor y olor del bacon frito está formado por:

- El gusto de la sal.
- El aroma de la grasa porcina calentada.
- El pequeño pero significativo sabor y olor desarrollado por el nitrito con la carne magra.

(b) Los sabores y olores desagradables pueden ser debidos a:

- **Sabor a verraco:** un sabor y olor de la carne de los verracos viejos debido a relativamente altos niveles de la hormona sexual androsterona, es más fácilmente detectado y rechazado por las mujeres que por los hombres. En los verracos ese sabor no se detecta. Sabor de morueco puede presentarse en el ovino viejo, pero es poco común.
- **Sabor a gatos.** Puede presentarse un gusto a “gatos machos”, producido por la reacción entre los sulfuros (de las proteínas de la carne) y cetonas insaturadas tales como el óxido de mesitil (que puede presentarse en diluyentes de pinturas y muchos otros productos).
- **Otros sabores:** habitualmente debidos a la contaminación por materiales extraños con sabor y olor propios.

Zona de peligro microbiano

A temperaturas entre 10°C y 63°C pueden crecer la mayor parte de los microbios que causan alteraciones y todos los que causan infecciones e intoxicaciones alimenticias. Esta gama de temperaturas debe ser evitada tanto como sea posible. Por ello, las disposiciones de higiene en las industrias, exigen que los alimentos se mantengan por el mínimo tiempo posible entre 10°C y 62,7°C y deberán ser rápidamente calentados o enfriados a temperaturas más altas o más bajas.

El cambio de color de crudo a cocido tiene lugar a 65-75°C (ver más arriba); así la carne que *parece* cocida debe esperarse que *esté* cocida desde el punto de vista microbiológico.

CONDICIONES PRÁCTICAS DE COCCIÓN

Fuente y eficacia del calor

La cantidad de calor transferida a la carne durante la cocción depende de:

- La diferencia de temperatura entre la superficie de la carne y el medio de cocción, esto es de la **temperatura de cocción**.
- La cantidad de calor que llega a la superficie de producto por unidad de tiempo, esto es el **coeficiente de transferencia de calor** del medio térmico
- El **tiempo de cocción total**.

Para las condiciones normalmente encontradas en la cocción de la carne, aquellos factores se resumen en el Cuadro 7.2.

Cuadro 7.2 Métodos de cocción de la carne y sus temperaturas.

Medio de cocción	Temperaturas de cocción	Transferencia de calor
Aire seco (asado, horno)	Hasta 200°C	Aceptable
Agua (estofar, cocer)	Hasta 100°C	Buena
Agua a presión	100-125°C	Buena
Aire húmedo o saturado (cocción al vapor)	Hasta 100°C	Muy buena, a causa del calor latente del vapor condensado
Aire húmedo o saturado bajo presión (autoclaves)	100-125°C	Muy buena, a causa del calor latente del vapor condensado
Grasa o aceite (fritura)	150-190°C	Muy bueno
Plancha	Hasta 200°C	Buena en los puntos de contacto, de otra manera como el aire
Radiación		
Parrilla	Depende de las condiciones.	Muy buena
Microondas	La temperatura alcanzada depende de la energía de entrada; no está habitualmente por encima de 100°C	Muy buena

Condiciones térmicas dentro del producto durante la cocción

Las capas profundas en la carne o producto cárnico se calientan desde las capas superiores hacia el interior. Tienen un alto contenido de agua; es decir, las condiciones dentro de la carne son similares a las del calentamiento del agua cualesquiera que sean las condiciones térmicas en la superficie. La temperatura interna no sube por encima de los 100°C, al menos que se caliente con presión.

La velocidad de calentamiento depende de:

- Conductividad térmica.
- Temperatura de la superficie.

El método de calentamiento no tiene por lo demás mucho efecto. En el calentamiento por microondas los efectos son similares a la cocción en agua, al menos que se presente desecación, por ejemplo en las esquinas (espacios calientes).

AHUMADO DE LA CARNE Y DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS

Originariamente los jamones, etc., se colgaban en los hogares o chimeneas para su desecación. El humo proporciona mejor calidad de conservación y da un sabor y olor característicos debido a:

- Reducción del contenido de humedad
- Acción conservadora de algunos de los constituyentes del humo (fenoles, etc.).
- Acción antioxidante de algunos de los constituyentes del humo.
- Sabor y olor típicos de los constituyentes del humo.

ENLATADO E INDUSTRIALIZACIÓN POR EL CALOR

Este se puede considerar como un tipo especial de proceso por cocción, en el cual se controlan la temperatura y el tiempo para asegurar la estabilidad del producto a largo plazo, por inactivación de todos los microorganismos que pudieran causar alteraciones o intoxicaciones e infecciones alimenticias.

Ordinariamente se entiende que el término "enlatado" cubre los recipientes de metal rígidos cerrados herméticamente (latas) pero los principios se pueden extender a otras clases de recipientes tales como tarros, botellas, bolsas flexibles, cartones cerrados herméticamente, etc.

Las características esenciales son:

- Prevención de las alteraciones y minimizado de la contaminación antes de la industrialización.
- Establecimiento de las correctas condiciones de calentamiento (proceso programado).
- Constante aplicación del proceso programado en la práctica de la fabricación; mantener la integridad del recipiente y minimizar la contaminación después de la industrialización.

Tratamiento por el calor

La teoría de la industrialización en latas parte de la necesidad de prevenir el crecimiento del *Clostridium botulinum*. Las esporas del *Clostridium*, son muy resistentes al calor y si se convierten en bacterias, pueden ser causa de una grave enfermedad, que puede provocar incluso la muerte.

La cantidad de calor requerida se expresa usualmente en términos de valor F_0 :

$1 \times F_0$ = cantidad de esporas de *Clostridium botulinum* destruidas en 1 minuto a 121°C (o tiempos equivalentes a otras temperaturas).

La cantidad convenida de destrucción para dar protección segura frente a *Clostridium botulinum* es un proceso térmico equivalente a:

$$F_0 = 3$$

Este se llama **cocción mínima botulínica**.

Las excepciones, donde el valor del proceso térmico puede ser diferente de $F_0 = 3$, son los siguientes:

- Alimentos altamente ácidos con pH por debajo de 4,5. El alimento se conserva y mantiene seguro por la acidez, y no es necesario una ‘cocción botulínica mínima’. Los productos cárnicos no entran habitualmente en esta categoría.
 - La mayor parte de los productos cárnicos (no curados) y muchos otros alimentos reciben procesos térmicos mayores de $F_0 = 3$ (por ejemplo $F_0 = 8$ o más altos) con el fin de controlar a organismos productores de alteraciones, y que son más resistentes al calor que el *Clostridium botulinum*; por ejemplo el microorganismo responsable del agriado del producto sin deformación del envase; estos microbios producen ácido y vuelven el producto ácido sin desprendimiento de gas; así no ‘hinchan’ la lata, sino que la dejan igual.
 - Las carnes curadas reciben tratamientos térmicos por debajo de $F_0 = 3$, a causa del efecto conservador del nitrito para controlar el *Cl. Botulinum*. Las condiciones mínimas recomendadas son:

Carnes de buena calidad microbiológica (esporas de clostridios no más de una por gramo)

Contenido mínimo de nitrito sódico inicial 75 ppm

Contenido mínimo de sal 3.5% sobre humedad

Proceso mínimo de calentamiento

- Los jamones grandes que se almacenan en refrigeración pueden someterse a procesos térmicos más bajos, no medibles como valores F_0 . Los límites no han sido establecidos.

En la práctica, el valor requerido para cada proceso se obtiene mediante un **proceso programado**, en el cual los tiempos de trabajo, las temperaturas y las presiones del autoclave donde se calientan las latas están exactamente especificadas. Los detalles serán diferentes para distintos productos; también pueden variar para los diferentes autoclaves o líneas de llenado en la misma factoría. El proceso programado debe seguirse exactamente.

En la bibliografía final del libro, se mencionan varios libros donde se habla de los procesos de esterilización (*Nuevo Manual de Industrias Alimentarias*, etc.).

Casos especiales de tratamientos térmicos y envasado aséptico

Procesos HTST (alta temperatura, corto tiempo) y HMT (temperatura ultra alta).

Cuando los alimentos se someten a temperaturas de más de 100 °C durante **largas periodos de tiempo** (más de 20 minutos), la calidad del producto final se resiente mucho. Sin embargo, se ha comprobado que si estos mismos productos se calientan a temperaturas más altas (130-140 °C) pero durante **periodos muy cortos de tiempo** (sólo unos segundos), la calidad de los productos finales es excelente.

Estos procesos térmicos a altas temperaturas y de corta duración, se utilizan con preferencia en la esterilización de la leche y de otros productos lácteos (batidos, natillas, etc.). También se pueden utilizar para algunas carnes listas para el consumo, pero son de poco beneficio para la mayoría de los productos cárnicos tratados por el calor.

Enlatado aséptico

Se puede definir el enlatado aséptico como el llenado de un producto esterilizado en un recipiente previamente esterilizado, inmediatamente seguido por el sellado hermético con un cierre estéril en una atmósfera libre de microorganismos. Con este sistema, el calentamiento total del producto alimenticio es inferior al de la esterilización clásica, y se consigue un producto final menos "quemado" y con igual seguridad y vida de almacenamiento. La tecnología es compleja y normalmente requiere largas tiradas del producto en forma fluida, adaptadas al calentamiento rápido del producto y su posterior enfriamiento, también de forma rápida. Estos procesos térmicos se realizan en intercambiadores de calor de placas y tubulares (véase la foto nº 1). Este procedimiento se usa poco para los productos cárnicos.

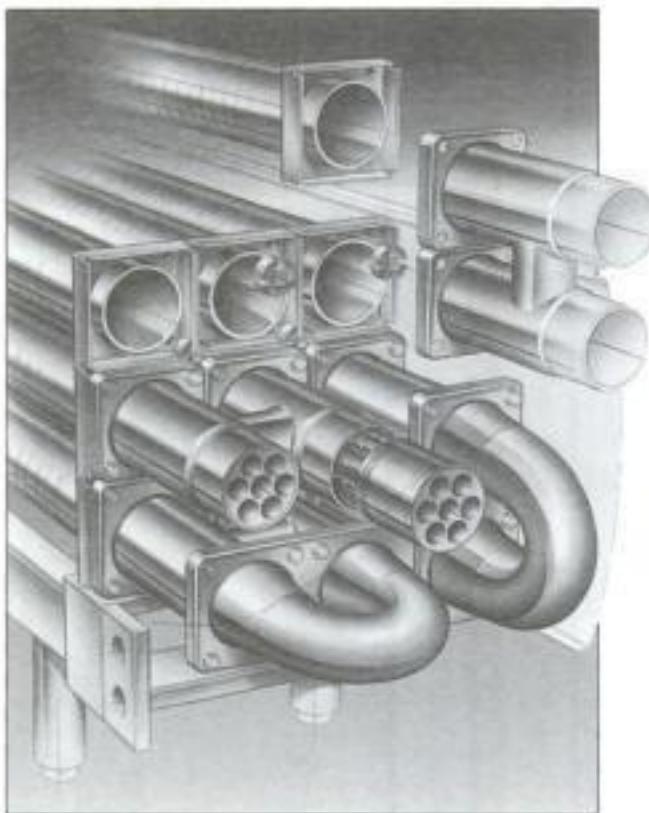


Foto nº 1 Principio de funcionamiento de un intercambiador multitubular (cortesía de Tetra Pak).

Esterilización en bolsas flexibles

Ventajas

- Las bolsas son planas y relativamente delgadas, de tal manera que el calentamiento y el enfriamiento puede ser muy rápido; por lo tanto se aplican algunas de las mejoras en la calidad del procedimiento HTST visto más arriba.
- Los envases flexibles se puede abrir fácilmente y no necesitan ningun abridor de latas.
- El material del que está hecho la bolsa es inerte; por lo tanto no hay contaminación alguna del contenido.

Desventajas

- Las bolsas no son muy fuertes.
- Las bolsas se fabrican de material de varias capas para la máxima resistencia; por ello son caras; se pueden deslaminar.
- Se requiere siempre un carton externo para protección.
- Los cierres térmicos cubren una gran área y se ablandan después del procedimiento térmico; se precisa gran cuidado durante la fase de enfriamiento e inmediatamente después de la industrialización; es necesario un manejo suave para prevenir microfugas y por tanto contaminación.

Las bolsas flexibles son útiles mayormente para productos de alto valor o alta calidad. Por ejemplo en el caso de pastas cárnica donde la sobrecocción seria perjudicial para la textura.

Para superar estas desventajas, los proveedores de bolsas suministran los Códigos de las condiciones de tratamiento, manejo y envasado.

Carne de vacuno salada

Aunque la carne de vacuno salada normalmente contiene suficiente nitrito para su conservación, se la somete a esterilización con el fin de alcanzar las condiciones requeridas para sabor, olor y textura.

SEGUNDA PARTE

PRODUCTOS CÁRNICOS

CAPÍTULO 8 PRODUCTOS CÁRNICOS DIVIDIDOS (*Hamburguesas, salchichas, patés, embutidos, etc.*)

Introducción

Muchos productos cárnicos divididos se crean como soluciones al problema de elaborar productos que atraigan al consumidor, a partir de carnes que en su forma original no serían muy atractivas para el consumo. Así tenemos:

- Piezas menos 'nobles' de carne, es decir aquéllas con un alto contenido de tejido conectivo disperso en la carne, o alto contenido en grasa dispersa en la carne.
- Recortes de carne producidos al preparar piezas de carne más 'nobles' para la venta minorista o para la elaboración de bacon, jamón, etc.
- Grasa eliminada de otras varias piezas para mejorar su la calidad.

La división de estas materias primas tienen los efectos útiles siguientes:

- Las piezas de carne de tamaños y formas diversas se llevan a un estado uniforme, más atractivo y más manejable en los procesos posteriores de elaboración.
- Los tejidos conectivos se rompen y se vuelven menos visibles, pudiéndose así ser más fácilmente ablandados durante la cocción.
- La grasa y el magro se pueden picar juntos de tal manera que las proporciones grandes o moderadas de grasa se hacen menos visibles;
- La carne magra dividida se une a la mezcla completa, especialmente con sal.
- La textura y calidad del producto final, es diferente a los materiales de partida, y resulta más deseable por los consumidores.

Son muchos los productos cárnicos que se pueden obtener a partir de estas materias cárnicas divididas. Vamos a estudiar algunos casos.

PROCEDIMIENTOS DE DIVISIÓN

La carne se puede dividir de muchas formas (cubitos, lonchas, picada, mezclada con otros ingredientes, etc.). Veamos las posibilidades de división:

Cubos, etc.

La carne se puede dividir en cubos, trozos de formas no uniformes, tiras, etc., y puede ser utilizada como ingrediente en salsas, patés, embutidos, etc. La división se puede realizar fácilmente a pequeña escala con un cuchillo afilado. En el pasado era difícil conseguir cubos de carne bien recortados en con las máquinas cortadoras, especialmente con carne muy blanda tal como pollo, debido a la dificultad de cortar limpiamente a través del tejido conectivo duro y de la carne magra blanda al mismo tiempo. No obstante, en la actualidad existen máquinas apropiadas para realizar esa función. Ver la Figura 8.1.

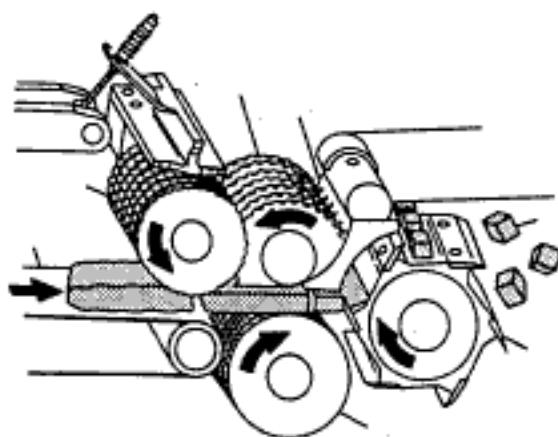


Figura 8.1 Cortadora de la carne en cubos y tiras (Urschel).

Escamas o virutas

Troceadoras rotatorias

Como se ve en la Figura 8.2 (troceadota "Comitrol" de Urschel), las piezas de carne entran en A y son lanzadas por el propelador B contra los bordes afilados C que están dispuestos en un anillo estático; las escamas o virutas de carne salen por D. Este método produce virutas o escamas de carne de grosor constante y lados paralelos. El grosor es ajustable cambiando el anillo de cuchillos C. El tejido conectivo se corta muy limpiamente.

Se puede utilizar carne congelada o no congelada, precortada en piezas del tamaño apropiado (200-500 gramos por pieza), según capacidad de la máquina.

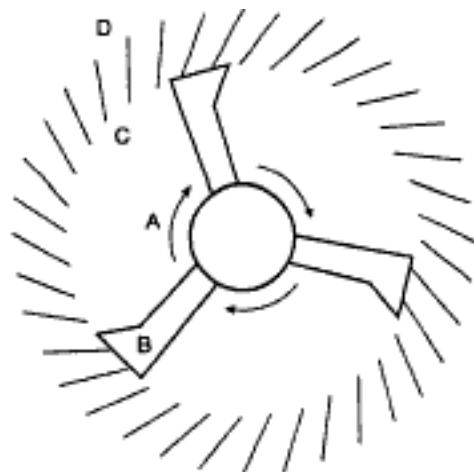


Figura 8.2 Principio de funcionamiento de una máquina cortadora de la carne en virutas o escamas.

Troceadora de bloques (guillotinas)

En la troceadora de bloques, por ejemplo, una guillotina corta las virutas del extremo de un bloque congelado de carne. Las virutas son más gruesas que las producidas por el Comitrol. La temperatura óptima de obtención de virutas es -2 a -4°C; si la carne está más caliente, hay desgarramiento, sin corte; si la carne está más fría, las virutas se deshacen. La temperatura se eleva normalmente 1°C aproximadamente durante la operación de corte de la carne en virutas.

Cortado-amasado

Cortadoras amasadoras de tambor rotatorio (cutter)

Existen muchos modelos de cortadoras de tambor rotatorio, también conocidas como cortadoras de tambor o *cutter* silenciosas. Todas son similares en principio (ver la Figura 8.3). Un conjunto de tres o más (hasta doce) cuchillas curvadas rota a alta velocidad en un plano vertical próximo a la superficie de un lado del tambor curvado que gira lentamente en un plano horizontal. Se dispone de varias formas de cuchillas. Para afilar, ajustar y mantener las cuchillas, se requiere una cierta práctica.

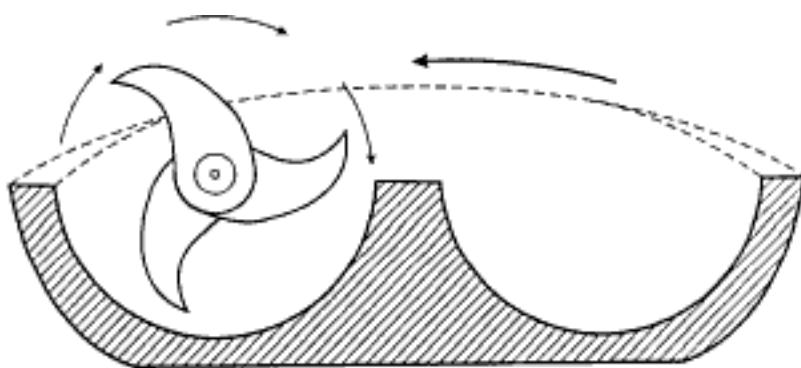


Figura 8.3 Principio de funcionamiento de una máquina cortadora amasadora de tambor rotativo (Cutter).

La carne en el tambor se puede cortar muy finamente, dependiendo principalmente del tiempo de permanencia en el mismo. Además de la vigorosa acción cortadora, el efecto del malaxado de los lados de las cuchillas sobre la masa de carne picada puede ser importante. Las temperaturas del picado-amasado varían desde -1°C (inicial) a $+22^{\circ}\text{C}$ (final). Temperaturas más bajas pueden dañar las cuchillas; temperaturas más altas conducen a un sobrepicado de los tejidos grasos y a la separación de grasa libre.

Algunas máquinas modernas están provistas de un mecanismo de inclinación para ayudar a la descarga. Otras tienen también cubiertas ajustadas adecuadamente y bombas extractoras para facilitar el picado-amasado al vacío.

Cortadoras-amasadoras de tambor estacionario (cutter)

En estas máquinas la acción cortadora se produce por las cuchillas rotatorias en el fondo de un tambor estacionario. La mezcla se asegura por un raspador u hoja mezcladora conducida desde arriba. Estas máquinas se pueden suministrar con embudo de dosificación, mecanismos de inclinación para el vaciado, inyección de vapor o gas, camisa externa para calentamiento y enfriamiento, sistemas para trabajar bajo vacío, etc.

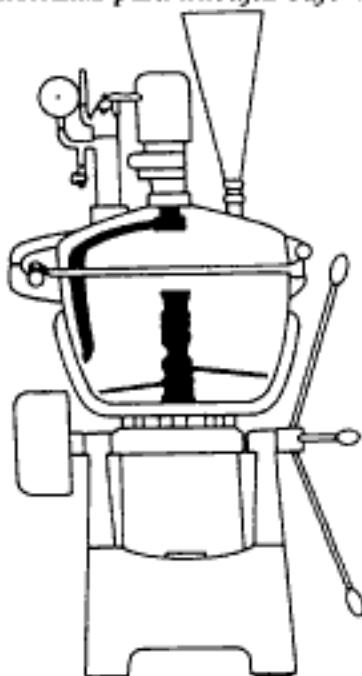


Figura 8.4 Máquina cortadora-amasadora de tambor estacionario (Cutter).

Picado (molido)

Existen muchos modelos comerciales de picadoras. Su principio refuncionamiento se ilustra en la Figura 8.5.

Se ha de observar no obstante que:

- Se ejerce una presión considerable sobre la carne en el tornillo de la cámara de alimentación.
- Se producen desgarros entre la rosca del tornillo y la pared de la cámara.
- El picado final se consigue cuando las porciones de carne extruida a través de la placa interna rotatoria de cuchillos, pasan a través de los agujeros de la placa exterior fija o se cortan cuando atraviesan los agujeros.

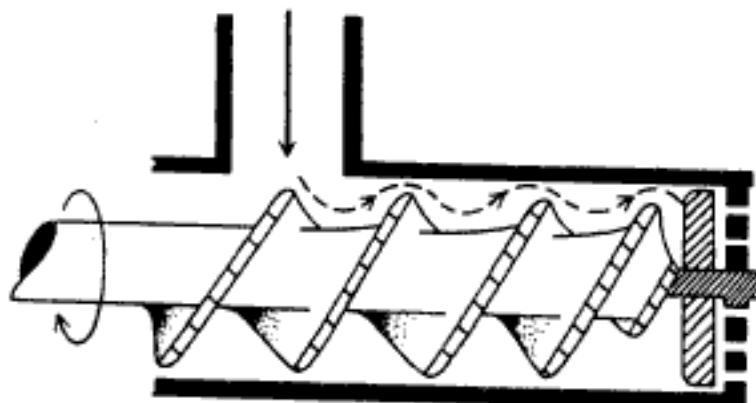


Figura 8.5 Principio de funcionamiento de una máquina picadora de carne.

En la máquina se producen desgarros de la carne, que es sometida a la acción de la presión y el corte, por lo que la carne no se secciona limpia o finamente. El tejido conectivo se divide bien en una picadora afilada pero puede ser un problema en una máquina cuyas cuchillas no estén bien afiladas. El afilado de las picadoras es algo difícil, especialmente en los casos de los filos de las roscas del tornillo y las caras de las placas. El picado se hace habitualmente con carne descongelada, así ningún efecto de fusión (calor latente) se produce para absorber calor. La temperatura puede subir hasta 10°C, especialmente con máquina de pequeño tamaño de agujeros.

Molido

Existen muchas máquinas que producen el molido de la carne. La Figura 8.6, nos presenta el principio de funcionamiento de estas máquinas. Su funcionamiento es similar al de una picadora, excepto que:

- No hay ningún tornillo de alimentación; las placas están montadas horizontalmente y se alimentan desde arriba por el propio peso del material.
- Hay un cuchillo rotatorio que se mueve a alta velocidad;
- Se produce alguna acción de corte o desgarro en el espacio entre las placas así como en los filos de los agujeros.

Se logra una más fina división que en la picadora y la operación es mucho más rápida.

Estas máquinas se pueden relacionar con los emulsificadores a causa de la finura de la división y la íntima mezcla, sobre todo cuando se encuentran presentes productos grasos.

Carne recuperada mecánicamente (CRM)

La recuperación mecánica de carne, no es estrictamente un proceso de división, pero el producto final se presenta muy finamente dividido. No es conveniente normalmente adicionar otras sustancias mientras tiene lugar el proceso de separación. Una vez que la carne ha sido separada mecánicamente, se puede utilizar en las mezclas con otros ingredientes. La mezcla no siempre resulta fácil.

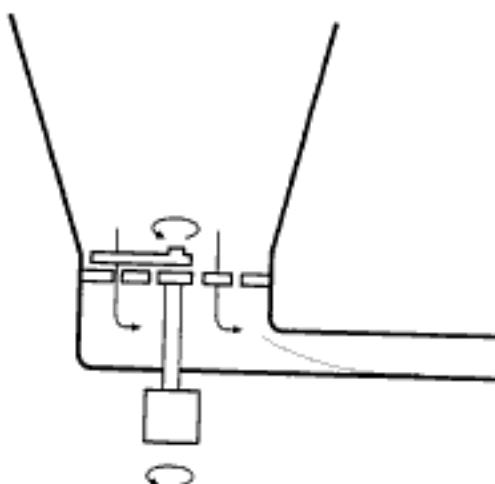


Figura 8.6 Principio de funcionamiento de un molino.

Mezcla con otros ingredientes

Los productos cárnicos divididos contienen otros ingredientes además de las carnes picadas. Frecuentemente es conveniente poder incorporar éstos ingredientes durante el proceso de división. La cutter y el molino permiten esto muy fácilmente.

Donde los ingredientes se pueden añadir durante el proceso de división, existen ventajas técnicas. Se han de observar especialmente cuestiones relativas a:

- Dispersión de la sal en la carne magra.
- La carne es sometida trabajada en la máquina en presencia de sal.

Otros procesos de división no permiten fácilmente tales adiciones, por lo que es necesaria una fase de mezcla posterior a la citada división.

Las mezcladoras también proporcionan acción mecánica y los efectos mencionados más arriba, pero menos eficientemente, puesto que las interacciones carne magra-sal pueden tener lugar solamente después de que el proceso de mezcla ha dispersado la sal dentro de la carne.

PRODUCTOS CÁRNICOS

Hamburguesas, albóndigas, carnes reestructuradas: definiciones.

La **hamburguesa** fue originariamente un embutido grande, a base de carne de vacuno, elaborada en Hamburgo, y usualmente servido en lonchas que se freían o asaban a la parrilla. Ahora se hace en todo el mundo, especialmente en Norte América, con forma de tortas planas.

El nombre de 'hamburguesa' sin ningún calificativo, se reserva para la elaborada a base de carne de vacuno. Se han popularizado también otras hamburguesas tales como: hamburguesa de pollo, hamburguesa de bacon, hamburguesa de cordero, hamburguesa vegetal, etc., según los ingredientes utilizados en su elaboración, pero manteniendo siempre la misma forma.

Albóndigas son productos similares a las hamburguesas pero en forma de pequeñas esferas.

Carnes reestructuradas son productos elaborados con carne picada y "reestructurados" para que se parezcan a la carne no alterada. Se utiliza este proceso en carnes con alto contenido de tejido conectivo, para presentarlas de forma más atractiva.

Fabricación de hamburguesas

Principios

Vamos a estudiar las pcaracterísticas principales de las hamburguesas.

En productos con relativamente alto contenido en carne los problemas básicos son:

- Dividir la carne suficientemente para enternecerla por ruptura del tejido conectivo.
- Utilizar sal y acción mecánica suficientes para ligar el producto, antes y después de la cocción.

El proceso de elaboración de hamburguesas se representa en la Figura 8.7.

No obstante, se ha de observar que:

- El picado excesivo, la sal y/o la acción mecánica proporcionan una ligazón y cohesión muy firme al producto, pero también ocasionan pérdida de fibrosidad e incremento en la textura plástica. La acción mecánica incluye todos los movimientos a los que son sometidos los ingredientes durante el proceso de fabricación y mezcla, tales como agitación, flujo en tuberías o a través de bombas, acción de las máquinas formadoras, etc.
- Cuando el contenido en grasa es alto (más del 20%), la necesidad de unir la grasa puede provocar problemas adicionales.
- Cuando el contenido de carne magra es bajo, a causa del alto contenido de grasa y/o bajo contenido total de carne, estos problemas se aumentan, al existir menos carne magra para proporcionar la ligazón esencial del producto.

Proceso de división (picado)

Esto se puede hacer por:

- Troceado (virutas), utilizando una máquina troceadora rotatoria o troceadora de bloques (guillotina).
- Picado; también se puede utilizar un procedimiento de ‘picado-mezcla-picado’.
- Picado- amasado, que tiende a dar un producto muy dividido, **especialmente si se precisa una alta calidad** (esto es textura no desintegrada).

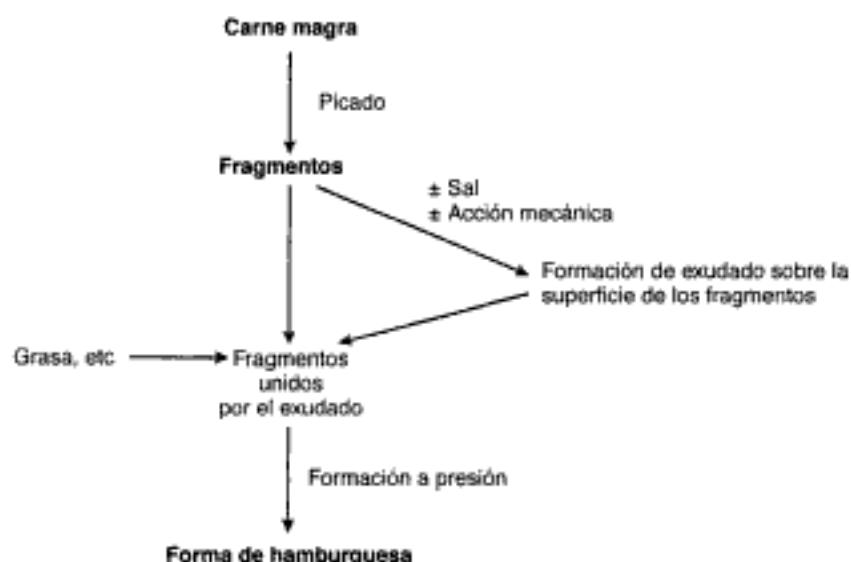


Figura 8.7 Proceso de elaboración de hamburguesas.

Formado de las hamburguesas

Hay varios métodos para dar forma a las hamburguesas Así tenemos:

- **Moldeado, presión manual.** Procedimiento simple, adecuado para muchos fines. Resulta lento y no proporciona altas presiones. Ver la Figura 8.8.
- **Extrusión y loncheado.** El material se forma en un tubo o se forma un tronco y se corta en lonchas.

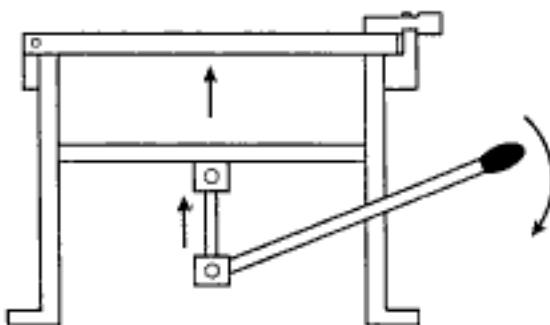


Figura 8.8 Principio de funcionamiento de una prensa manual de hamburguesas.

- **Moldeado por extrusión.** Ver por ejemplo, la formadora de hamburguesas Hollymatic, cuya forma de funcionamiento se muestra en la Figura 8.9. En este procedimiento, son posibles altas velocidades y las presiones son muy altas. Los productos pasan a la cámara A, de donde pasan a presión a la cámara B, saliendo de dicha cámara una hamburguesa. Para que se forme la siguiente hamburguesa, entra más producto en la cámara C, que se cierra hasta quedar en un volumen más reducido, lo que significa una gran presión sobre el producto, que pasa a B como hamburguesa ya formada, repitiendo así el ciclo. Las hamburguesas ya listas se descargan por D.

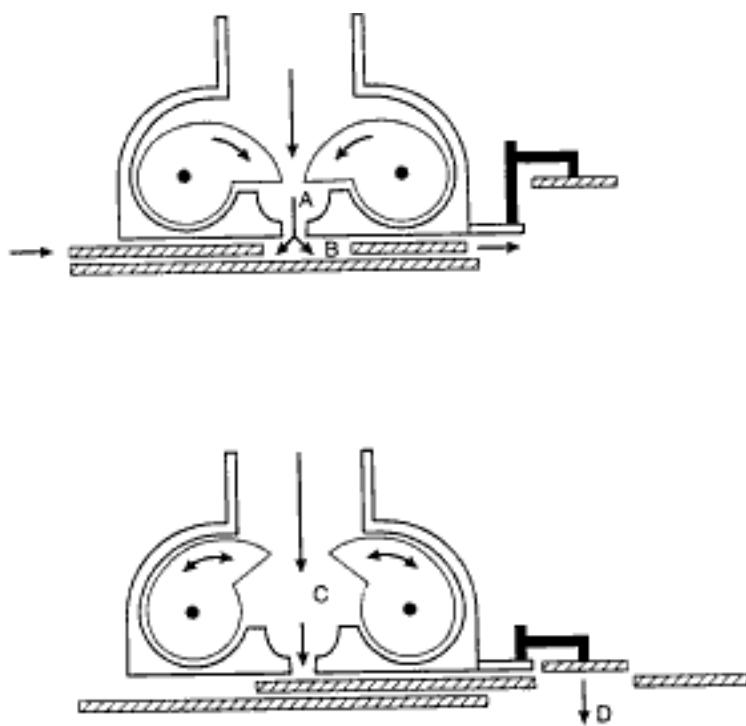


Figura 8.9 Formadora de hamburguesas de placa móvil (Hollymatic 2000).

Ligazón de la carne

El problema es obtener habitualmente suficiente formación de exudado para conseguir una buena ligazón, sin demasiada pérdida de textura de las partes a ligar, que conduce a un producto plástico. Un procedimiento de picado-mezcla-picado puede ser el más conveniente.

La acción mecánica se consigue por:

- Operaciones previas al formado del producto (por ejemplo, bombeo, agitación, etc.). Se pueden producir precipitaciones, que hacen que las mezclas serán más pegajosas y menos capaces de fluir.
- Máquinas formadoras, especialmente moldeado por extrusión. Las fuerzas de corte conducen a la alineación de las fibras de carne que pueden originar que la hamburguesa acabada encoja a lo largo de las fibra alineada cuando se someten a cocción, lo que distorsiona la forma circular (excepto las hamburguesas de forma elíptica que se hacen circulares al cocer).

Efectos de la temperatura

Durante la división

Incremento de la temperatura

Durante la mezcla

El incremento de temperatura suele ser pequeño

Durante el formado	Ordinariamente despreciable
Durante el manejo general	Se han de observar bien los problemas causados por los retrasos.

Sabor y olor

Pueden existir problemas de deterioro de la grasa, especialmente al almacenar el producto congelado (antes o después de la incorporación de la grasa).

Las variaciones en el sabor y olor de las especias, sabor y olor de la cebolla, pueden ser debidas a una mezcla incompleta.

Color

En los productos de con carnes de ganado vacuno, la pérdida del color rojo y el cambio a castaño o gris es un problema común. Observar particularmente los malos efectos de lo siguiente:

- *Alta temperatura*, que acelera todos los otros efectos.
- *Crecimiento microbiano indebido*, indicando calidad inicial pobre de la carne u otros ingredientes; (se ha de observar que las cebollas, frescas o desecadas, pueden ser una importante fuente de contaminación microbiana; evitar por precocción de la cebolla). Las demoras durante el manejo, industrialización, etc., pueden también ser responsables de un alto desarrollo microbiano..
- Actividad enzimática en la carne (superior en la carne fresca).
- Agentes oxidantes; por ejemplo, productos de limpieza. También, el principio picante presente en las cebollas (ácido pirúvico) puede causar decoloración oscura (para evitar esto, precocinar las cebollas por blanqueado, fritura, etc.; utilizar menos cebolla; utilizar menos cebolla picante), Además, las grasas enranciadas pueden originar problemas de color, que son habitualmente evidentes antes de que se presenten los problemas de sabor.
- Mezcla incompleta, especialmente de la carne separada mecánicamente, que pueden estar más coloreadas que otros ingredientes, y también son más difíciles de mezclar.

Carne reestructurada

Propiedades

Una carne reformada debería tener las propiedades siguientes:

- (a) Textura, color, sabor y olor similares a los de carne magra de buena calidad.
- (b) Por razones comerciales, usualmente contendrá una proporción menor de carne de primera calidad, ya que llevará:

- Carne del cuarto anterior, recortes, etc., con alto contenido de tejido conectivo.
 - Cortezas, cartílagos, etc.
 - Carne separada mecánicamente.
- (c) Productos vendidos al estado crudo, para ser cocidos por el consumidor, deberían tener propiedades culinarias tan próximas como sea posible a los filetes, carne para asar, etc.
- (d) El producto puede ser cocido durante la producción para asemejarse a los productos cárnicos normalmente vendidos en estado cocido, por ejemplo jamón, bisteck en condimento o salsa.

Procedimientos de reestructurado o reformado de la carne

Algunos productos cárnicos están elaborados por piezas de carnes ligadas en unidades más grandes, habitualmente por formación de exudado y solidificación por el calor. Por ejemplo, jamones restructurados, paletas curadas, y varios productos semejantes al jamón.

Cortado y compresión es el procedimiento más común para hacer productos como filetes, que son posteriormente cocidos. Las cortadoras seccionan el tejido conectivo en delgadas escamas, de tal manera que no encontraremos trozos grandes al masticar. Siendo delgados pueden también cocerse y ablandarse más rápidamente. El mejor procedimiento es:

- Cortar la carne a aproximadamente -2°C.
- Mantener la carne cortada durante varias horas con agitación ocasional.
- Formar bajo presión en cilindros o tortas de la forma requerida
- Congelar los productos acabados.

Bajo estas condiciones se consigue una buena ligazón sin la utilización de sal; el sabor y olor de la carne es, por tanto, más a filete. La razón de la buena ligazón en ausencia de sal no se conoce con exactitud.

Pastas de carne estructuradas

Las pastas estructuradas utilizadas en productos cárnicos cocidos, ejemplo empanadas, carne enlatada, etc. se elaboran por el procedimiento siguiente:

La carne dividida se trabaja intensamente con sal y agua para dar una pasta fluida (cutter, procedimiento de picado - mezclado, molino KS, etc.); luego es extruida y solidificada (ejemplo extrusión en agua caliente o dentro de un horno por microondas). Los cilindros de carne extruidos pueden luego ser cortados en la forma que se deseé.

Otros materiales se pueden mezclar con la pasta para dar discontinuidad y complejidad de estructura, por ejemplo piezas de carne, tejidos grasos, fibras preparadas de carnes cocidas; fibras o piezas de proteínas vegetales o micoproteínas.

Cocción

Ha de tenerse cuidado para que el proceso de cocción se verifique completamente con el fin de asegurar una adecuada pasteurización del producto final. La temperatura del centro debe alcanzar no menos de 70°C durante 2 minutos. Después de la cocción, el producto debe refrigerarse completa e higiénicamente (2 a 5 °C), para evitar cualquier recontaminación o crecimiento bacteriano. Para carnes no curadas se recomienda que la temperatura del centro se enfrie a 5°C en no menos de 8 ½ horas.

Productos análogos a la carne

No son productos cárnicos pero se pueden mencionar aquí de pasada. Se elaboran principalmente a partir de proteínas no cárnicas; por ejemplo de proteína de soja o micelios de hongos cultivados (micoproteínas). La mayor parte están disponibles como productos deshidratados. Su textura cuando se rehidratan puede ser más o menos una imitación pasable de la carne magra.

Se pueden utilizar con una declaración adecuada en la etiqueta, como ingredientes en las clases más baratas de productos cárnicos, para proporcionar volumen adicional o textura. Su contenido en proteína no puede naturalmente ser estimada como proteína cárnica.

Piensos

Se ha de observar que los principios y métodos de elaboración de carnes reestructuradas y análogos de carne se utilizan extensamente en la elaboración de piensos de animales de compañía.

Embutidos

El propósito económico primario de estos productos (o lo fue originalmente) es hacer productos agradables a los consumidores, con carne y otros productos cárnicos (grasa, cartílagos, sangre, etc.), así como con otros ingredientes (especias, pan, etc.), de forma que fuesen un buen alimento y de menor coste que la carne magra.

Definiciones

Los embutidos son el resultado de meter en envases cilíndrico (tripa, tripa artificial, plásticos, etc.), una mezcla de carne, grasa, cartílagos, especias, sal, etc., con cierres semicilíndricos.

Los embutidos varian mucho de un país a otro, en forma, ingredientes, procesos de elaboración, etc. De todas formas vamos a tratar de establecer una clasificación.

Embutidos frescos

- No curados, no cocidos, por tanto de corta vida de almacenamiento.
- Varios grados de división de la carne, pero la mayor parte tiende a ser gruesa.

- La proporción de carne en el embutido fresco puede ser muy variable.

Embutidos de emulsión

- Elaborados con carne magra y grasa finamente divididas.
- Con frecuencia elaborados además, por ejemplo, por cocción, adición de sales de curado, ahumado y desecación; pueden por consiguiente tener una de almacenamiento intermedia.
- Algunos contienen carne cortada gruesa, grasa, especias, etc.

Embutidos frescos fermentados

- Larga vida de almacenamiento (ejemplo 1-2 años) obtenidos por:
 - o ácido láctico producido por fermentación al comienzo de la elaboración.
 - o Curación con nitrito, usualmente formado microbiológicamente a partir de los nitratos.
 - o Desecación en las últimas fases de la fabricación.
- El proceso es complejo y difícil de manejar.

Los embutidos de hígado y productos similares untuosos se consideran con los patés más adelante en este capítulo.

Elaboración de los embutidos frescos

Principios

El Cuadro 8.1 resume las condiciones del picado requeridas en la elaboración de embutidos.

Estas consideraciones conducen al esquema mostrado en la Figura 8.10, donde se presenta la forma de elaboración de un embutido fresco utilizando como productos principales carne magra separada y grasa.

Formulación práctica y elaboración

El Cuadro 8.2 muestra las propiedades características de algunos de los ingredientes utilizados en la elaboración de embutidos.

Cuadro 8.1. Condiciones de picado para la elaboración de embutidos.

A. Mejores y peores condiciones para el picado de la carne magra o grasa		
Para la ligazón de la carne magra (y textura más fina)	Mejores condiciones Alta concentración de sal Agua añadida moderada Fosfatos Largo tiempo de picado Picado en frío	Peores condiciones Ninguna sal Ninguna agua añadida Pobre distribución Tiempo corto de picado
Para la ligazón de la grasa		
• Retención de la grasa celular	Tiempo corto de picado Agua añadida moderada Picado cuando caliente	Tiempo largo de picado Picado y amasado seco Picado o cortado División cuando congelado
• Ligazón de la grasa libre	Como para la ligazón de la carne magra	Como para la ligazón de la carne magra
B. Conflictos entre las 'mejores condiciones' para ambas carne magra y grasa		
La ligazón de carne magra requiere:	Alta concentración de sal y moderada agua añadida	
Mejor compromiso:	Añadir sal seca al comienzo del picado - amasado Permitir un breve periodo de relativamente alta concentración de sal Añadir sal más tarde, gradualmente de tal manera que la concentración de sal se reduzca lentamente	
La retención de grasa celular requiere:	Tiempo corto de picado - amasado	
La unión de la carne magra y la unión de la grasa libre requiere:	Tiempo largo de picado - amasado (por tanto textura fina)	
El mejor compromiso:	<p>Para productos cortados gruesos - añadir la grasa después que el magro ha sido picado - amasado después de corto tiempo con agua; así hay un tiempo de picado - amasado más corto para la mezcla de grasa, bajo buenas condiciones de fluides.</p> <p>Para productos finamente picados-amasados - largo picado - amasado del magro; aceptar las alteraciones de las células grasas pero ligar la grasa liberada en una fuerte matriz magro-carne-sal</p>	

Papel de la carne magra

Se ha de notar que la carne magra, al modificarse por su tratamiento con sal, agua y por la acción mecánica es responsable de:

- La unión de agua al producto; por tanto dando bajas pérdidas de agua y mermas bajas al cocer.
- El mantenimiento de las células de tejido graso y grasa libre en la mezcla; por tanto dando bajas pérdidas de grasa.
- La unión del producto.

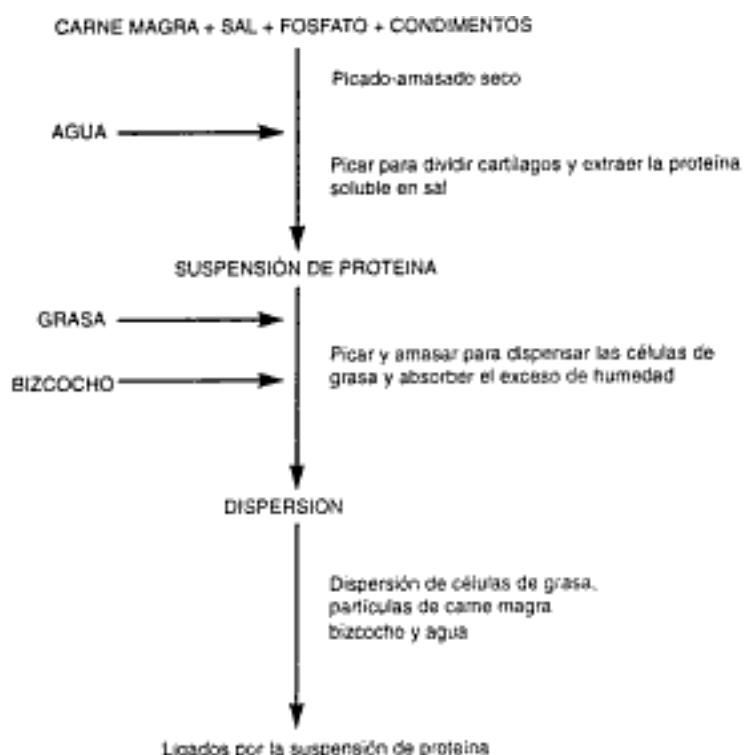


Figura 8.10 Procedimiento ideal de picado-amasado de un embutido.

Las pérdidas de grasa y humedad se producen también al reventar la tripa del embutido durante la cocción.

Todos estos factores de calidad dependen por tanto en gran medida de la proporción de carne magra en la receta. Cuanto más carne magra mejor producto final y más fácil de elaborar.

Hemos visto cuadros relativos al ‘índice de ligazón’ o ‘capacidad de unión’ (ejemplo, Cuadro 8.1). Estos índices sirven para clasificar las carnes según su contenido en magro (músculo). Los intentos para utilizar medidas más directas de los índices de ligazón, por ejemplo, recetas de ordenador basadas en el mínimo coste, no son del todo fiables.

La proporción de carne magra se controla por los factores siguientes:

(a) Contenido total de carne en el producto. La legislación de los países de la Unión Europea estipula unos contenidos mínimos. Así por ejemplo:

- Salchichas Frankfurt, salami y otros embutidos, no menos del 75% de contenido en carne.
- Embutidos de cerdo, no menos del 65% de contenido en carne.
- Otras productos: no menos del 50% del contenido en carne.

(b) Proporción de grasa. Varía según los productos cárnicos que queramos producir (14%, 16 %, 49%, etc.).

(c) Inclusión de cortezas. No obstante, en una declaración de los ingredientes solamente la corteza ‘asociada naturalmente’ con la carne utilizada se puede incluir como ‘carne de cerdo’ elevando el ‘contenido de carne’. La proporción aceptable no se ha establecido claramente pero muchas autoridades aceptan el acuerdo de que el contenido de carne de cerdo total puede incluir 10% de cortezas. Cualquier exceso sobre esta proporción debe ser declarada aparte como ‘Corteza’. La corteza como se

prepara comercialmente puede llevar una proporción variable de grasa adherida. Para fines de formulación se debería considerar como 'Corteza' (sin ninguna grasa adherente) más la grasa recortable visible. Al calcular el contenido en carne la porción grasa debería ser tratada como 'grasa', la restante como 'magro'. El caso más bajo de contenido cárnico es el 50%, según vimos más arriba. Ese 50% se puede desglosar así:

- 25% (50% del 50%) es grasa (incluyendo grasa visible de las cortezas).
- 5% (10% del 50%) es corteza añadida, menos la grasa recortable.
- 20% es carne magra

A parte de cuestiones de legalidad, cualquier reducción del contenido de carne magra por debajo de este nivel hará más difícil elaborar un producto de forma satisfactoria. Las proteínas añadidas tales como los aislados de soja pueden ayudar, pero con frecuencia no es suficiente

Otros factores

En la práctica las principales modificaciones que pueden ser necesarias para el esquema de la Figura 8.10, son como sigue:

- (1) **Utilización de carne semimagra** (panceta de cerdo, falda de vacuno, recortes mezclados de carne, etc). La utilización de carne semimagra es casi inevitable en la práctica; significa que es imposible tratar carne magra y grasa separadamente; deben ser añadidas juntas. Por tanto:
 - Añadir cualquier grasa que no esté en la forma de carne semimagra tan tarde como sea posible.
 - Si la receta contiene carne magra (sobre 75%), empezar picando - amasando dicha carne seca con sal y saborizadores, luego añadir las carnes semimagras y añadir agua inmediatamente. Esto hará que las condiciones del picado-amasado de la grasa sean en húmedo. Si hay solamente carne semimagra, añadir agua tan pronto como sea posible después de que comience el picado-amasado.
- (2) **Utilización de hielo.** Es corriente utilizar parte del agua de la receta en la forma de hielo, para sea menor el aumento de la temperatura durante el picado-amasado, mejorando por tanto la higiene, la vida de almacenamiento, etc. Pero se debe de tener cuidado de no usar demasiado hielo. Habitualmente 50% del agua en esta forma es suficiente. Esto es 15-20% de la receta total. Cuando se funde, se prevendrá un aumento de temperatura de aproximadamente 1,5°C, que sería un incremento normal en el picado - amasado de un embutido de picado grueso. Si se utiliza exceso de hielo, parte del mismo puede permanecer sin fundir al final del picado con las siguientes desventajas:

Cuadro 8.2 Características de los ingredientes de embutidos (Long *et al.*(1982)).

Parte de la canal	Nivel de grasa (%)	Proporción de color ¹	Propiedad de ligar ¹	Contenido de proteína (%)	Razón humedad /proteína	Agua añadida ² (%)
<i>Cerdo</i>						
Carne de paletilla	8	80	95	19.2	3.76	16.2
Hígado	8	80	-	20.6	3.47	23.1
Carne de mandíbula	8	80	80	20.9	3.40	24.9
Orejas	10	10	20	22.5	3.00	36.0
Recortes 95%	10	70	90	18.9	3.73	16.8
Corazones	12	80	90	18.6	3.73	16.6
Estómagos, escaldados	13	20	5	16.7	4.20	7.3
Bazos	15	60	-	15.9	4.33	5.2
Carne hocico	15	45	20	17.9	3.74	16.2
Papadas, recortes	15	65	75	17.8	3.79	15.2
Carne esófago	17	80	80	16.4	4.05	10.1
Diafragmas, músculo.	17	75	75	16.9	3.91	12.4
Corazones	17	85	30	15.3	4.40	4.2
Jamón deshuesado	19	60	80	16.9	3.80	15.2
Lenguas	19	15	20	16.3	3.95	11.9
Carne picada parcialmente desengrasada	21	50	50	17.4	3.54	19.9
Recortes 80%	25	50	80	15.8	3.72	16.0
Carne cabeza	25	50	80	16.1	3.60	11.8
Recortes paletas	25	60	80	15.6	3.80	14.4
Recortes pescuezo	25	60	20	15.9	3.55	19.0
Diafragmas	30	50	45	14.2	3.90	12.6
Labios	31	5	10	20.1	3.41	23.8
Piel	32	5	20	28.3	1.40	92.6
Recortes lengua	32	15	10	15.6	4.34	5.1
Hocicos	35	5	10	14.6	3.45	19.9
Tejido desengrasado parcialmente	35	15	20	14.0	3.63	16.8
Recortes 50%	55	35	20	9.7	3.64	15.0
Recortes piel cabeza	55	15	50	9.2	3.90	12.0
Recortes regulares	60	30	35	8.4	3.72	13.1
Recortes grasa dorsal	62	25	15	8.1	3.71	13.6
Papadas sin piel	70	20	5	6.3	3.72	13.1
Recortes panceta	70	20	30	6.3	3.75	12.8

Tiras de bacon	70	10	5	8.8	2.40	26.5
Grasa dorsal, no recortada	80	20	30	4.2	3.83	11.9
<i>Vacuno</i>						
Carne esófago	6	75	80	17.8	4.20	7.1
Carne toro	8	100	100	20.8	3.40	24.8
Hígado	9	80	-	20.7	3.40	23.6
Carne de vaca	10	95	100	19.0	3.65	18.6
Pescuezos deshuesados	10	85	85	19.5	3.57	20.4
Tripas	11	5	10	12.8	5.90	(16.2) ¹
Fundidos	12	95	20	18.9	4.20	7.2
Pulmones	12	75	5	17.5	4.00	11.0
Carne de pierna	12	90	80	16.8	4.20	7.2
Carne vaca doméstica	12	95	100	18.8	3.65	18.4
Recortes 85/90%	15	90	85	18.9	3.45	22.7
Carrilladas	15	90	85	18.3	3.59	19.4
Lenguas	20	25	20	15.5	4.15	8.4
Recortes de lenguas	40	15	15	12.6	3.75	14.6
Labios	20	5	20	15.9	4.00	11.0
Carne de vacuno picada parcialmente desgrasada	20	50	45	20.0	3.00	33.2
Corazones	21	90	30	14.9	4.30	6.0
Carne cabeza	25	60	85	16.4	3.54	19.4
Tejido desengrasado parcialmente	25	30	25	18.9	3.20	15.2
Recortes 75/85%	25	85	80	16.9	3.41	22.2
Omblijos deshuesados	52	65	55	10.5	3.55	16.3
Faldas deshuesadas	55	55	50	9.9	3.54	16.2
Recortes fríos	65	20	15	8.0	3.40	16.3
Grasa vacuna	85	10	5	3.3	3.55	11.3
Paletillas	10	95	100	20.0	3.50	19.9
<i>Terneras</i>						
Recortes	10	70	80	19.4	3.62	19.3
<i>Ovino</i>						
Ovino mayor sin huesos	15	85	85	18.1	3.70	17.1

1 Sobre 100

2 Agua que puede ser añadida y cumplir todavía con el límite de que la humedad en un producto acabado no excederá cuatro veces el % del contenido de proteína más 10% del peso del producto terminado.

3 El agua debe ser sustraída.

- El hielo sólido no disolverá la sal; cuando los trozos de hielo se funden más tarde, dan lugar a zonas del embutido con bajo contenido en sal, por lo tanto, débiles en ligazón de agua y de carne.
- El picado-amasado con trozos duros de hielo sólido puede aumentar el daño al tejido graso e incrementar por lo tanto las pérdidas de grasa.

(3) Tratamiento con productos que absorben agua. Hay productos hechos de harina de trigo tratada, sometida al calor y molida posteriormente al tamaño de partículas deseado, que puede absorber tres o cuatro veces su peso de agua, con un ligero incremento en la temperatura.

Es producto puede ser humedecido antes de su utilización. Luego se le deja enfriar para contrarrestar el aumento de la temperatura. No obstante, el agua utilizada para este remojado previo, se emplea probablemente con más utilidad en la fase de picado de carne magra-sal-agua suministrando condiciones fluidas para el picado de la grasa. Por lo tanto, es preferible no remojar previamente.

A causa de que uno de los propósitos de este producto es absorber algo de agua libre en la receta, su adición debería, si es posible, ser diferida hasta después de que la grasa ha sido picada y amasada.

La adición de estos productos absorbentes secos, en las primeras fases, puede aumentar el daño a los tejidos grasos por el efecto abrasivo de las partículas duras antes de que se remojen.

(4) Aislados o concentrados de soja, caseinato sódico, etc. Numerosos ensayos han demostrado que estas materias reducen las pérdidas por cocción de los embutidos. Son normalmente lo más efectivos cuando el contenido de carne magra es bajo. Se puede utilizar hasta el 3%, ordinariamente añadidos al comienzo del picado-amasado. Se ha de tener en cuenta el uso de estas materias en emulsiones preformadas.

(5) Se pueden añadir cortezas al principio del cortado-amasado. Habitualmente es mejor precocer o preblanquear la corteza (corto tratamiento en agua caliente) para suavizar la textura. También se puede utilizar la corteza desecada.

(6) Emulsiones grasas o emulsiones de cortezas. Se pueden añadir al comienzo del picado-amasado. Se ha de recordar que el agua utilizada en la elaboración de la emulsión no está disponible como agua libre en la receta.

Tripas

Aproximadamente el 1% del peso del embutido corresponde a la tripa. Veamos las características de los diferentes tipos de tripas.

Tripas naturales

Se fabrican de intestinos limpios. Se envasan habitualmente con sal sólida; en este estado la vida de almacenamiento a 5°C es casi indefinida. Antes de utilizarlas, sacudir hasta eliminar todo exceso de sal, y remojarlas en agua fría o tibia durante 2 horas aproximadamente.

La utilización de tripas naturales ha disminuido mucho en los últimos años. Presentan desventajas tales como la necesidad de eliminar la sal y devanar antes de su uso; diámetros variables; tendencia a producir embutidos curvos; se dañan con facilidad.

Cuadro 8.3 Cantidades y dimensiones de las tripas naturales de embutidos (datos de Gerrard, 1977).

	Intestino delgado		Intestino grueso	
	Longitud por animal (m)	Diámetro (mm)	Longitud por animal (m)	Diámetro (mm)
Vacuno	36-40	36-46	9-12	45-60
Ovino	22-47	18-26	5-6	*
Cerdo	17-19	32-42	4-5	40-50

* No utilizados habitualmente para tripas.

Tripas artificiales

Las tripas artificiales se hacen de diversos materiales. Así tenemos:

(a) Colágeno regenerado

Se fabrican de cueros o materias similares con colágeno, por disolución en ácidos y extrusión en soluciones salinas concentradas (por ejemplo sulfato amónico) para precipitar la proteína en forma de un tubo continuo. Se pueden incluir aditivos como celulosa, derivados de la celulosa, glicerina, etc. El tubo se deseca luego y queda listo para su uso.

Las tripas regeneradas son más convenientes para usar que las tripas naturales; son rectas y tienen un diámetro constante. Se fabrican variedades especiales para embutidos secos; se adhieren al embutido durante el proceso de secado.

(c) Celulosa

Este tipo se emplea para salchichas Frankfurt y otros embutidos sin piel. Los embutidos llenos se pasan a través de agua caliente o aire húmedo a 55-70°C para coagular la superficie carnica y conseguir una cocción uniforme. La tripa se corta luego longitudinalmente, se pella y se desecha la piel; la capa superficial delgada de carne cocida sirve, en lugar de una tripa, para mantener intacto el embutido.

Las tripas de celulosa se pueden colorear para transferir un colorante soluble en agua a la superficie del embutido.

(d) *Colágeno coextruido*

Este procedimiento patentado se emplea en algunas fábricas Unilever. La carne del embutido es extruída a través del tubo de una máquina embutidora, simultáneamente con un anillo de suspensión de colágeno alrededor; el colágeno se solidifica haciendo las funciones de una tripa, alrededor del embutido terminado.

Embutir y ligar

Las máquinas embutidoras tienen un pistón que alimenta a una boquilla, con la tripa que se adapta alrededor de dicha boquilla. Estas máquinas pueden ser, desde pequeñas y manuales a grandes y completamente automáticas. Las ligaduras se pueden hacer manualmente o automáticamente en las embutidoras más grandes.

Problemas encontrados al embutir

- **Formación de crema:** El paso de la carne del embutido a lo largo de los tubos de la embutidora, causa una acción mecánica en la carne próxima a la pared del tubo, con formación de una capa de grasa emulsionada, que es como una "crema" en la carne elaborada. Esto origina un color pálido y uniforme, que y enmascara la textura y el color del cuerpo del embutido. La forma de evitar este problema, es mediante una operación de embutido más lenta y suave, lo que no es siempre posible.
- **Endurecimiento.** Cuando está en reposo, la mezcla del embutido aumenta en viscosidad, lo que hace que sea más rígida y difícil de embutir. Este problema se presenta si el tiempo de esera de la mezcla antes de la embutición es largo (evitable) o si se producen averías de la máquina (difíciles de evitar.). La agitación (si es posible) durante esos tiempos muertos, reduce los aumentos de viscosidad pero fomenta la formación de crema.

Reventones de embutidos

Cuando un embutido se somete a cocción, la tripa (natural o de colágeno sintético) tiene una fuerte tendencia a encogerse a temperaturas próximas o por debajo de las temperaturas a las cuales la mezcla carnica se asienta por el calor y se une a la tripa. En un embutido bien hecho, la tripa está tirante y llega a estar firmemente unida a la carne. Pinchar la tripa normalmente no produce diferencias en este procedimiento. Pueden surgir defectos, que dan al embutido la apariencia de reventar como sigue.

Embutidos cocidos

La carne parece haberse embutido desde sus extremos; en realidad la longitud del embutido no cambia pero la tripa encoge hacia dentro. Las causas inmediatas son:

- Pobre ligazón entre la piel y la carne del embutido.
- Lubricante (por ejemplo grasa) entre la piel y el embutido

Por lo tanto la piel intacta puede deslizarse hacia dentro sobre el embutido.

La causa básica son defectos en la receta o en la fabricación, que conducen a altas pérdidas de grasa; la grasa exudada proporciona lubricante y previene la unión de la tripa a la carne del embutido.

Hendiduras de la piel

La tripa se raja, casi siempre longitudinalmente, y llega a estar más o menos separada del embutido. En los casos extremos se cae completamente. Las causas inmediatas son:

- Pobre ligazón entre la tripa y la carne.
- Ninguna capa lubricante.
- Algun daño, o tensión indebida, sobre la tripa antes o durante la cocción (ejemplo: punzamientos, calentamiento local intenso en la línea de contacto con una bandeja del horno, burbujas de vapor dentro de la tripa producidas repentinamente como en la fritura con abundante grasa).

Aquí las causas básicas son defectos en las recetas o en la elaboración que conducen a una pobre ligazón de la carne; cocción rápida; y cocción desde el estado congelado.

Hendiduras del embutido

La tripa se raja longitudinalmente pero permanece unida a la carne del embutido. Se encoge lateralmente, arrastrando la carne y por tanto desgarrando el embutido abierto. Las causas inmediatas son:

- Hendidura de la tripa.
- Buena unión de la tripa a la carne.

La completa explicación de este comportamiento no conoce todavía.

Pérdidas por cocción

Las pérdidas de grasa y agua en la cocción se cuantifican en trabajos de investigación, así como en el control de calidad del producto. El método de cocción elegido deberá ser apropiado al probable mercado de los embutidos.

La significación comercial de tales resultados no está siempre clara, pero el embutido encoge por las altas pérdidas por cocción, es probable que provoque quejas de los consumidores.

Materia sólida o precipitada puede algunas veces aparecer al terminar la cocción, especialmente si se ha utilizado corteza o caseinato sódico en la receta. El almidón de patata puede ser un corrector útil.

Sabor y olor

Los principales componentes del sabor y olor del embutido son los correspondientes a la carne, grasa y sal. Se pueden añadir hierbas y algunas especias, dependiendo del gusto

local; no afectan significativamente a otras propiedades del embutido, excepto la apariencia en algunos casos.

Las posibles fuentes de problemas en el sabor y olor son:

- Carne alterada o 'ácida' - siempre por algún problema microbiológico
- Grasa alterada o rancia – puede ser de origen microbiológico; más frecuentemente es debido a la edad, especialmente si se ha empleado grasa congelada (página 94)
- Algunos aditivos introducen sabores y olores.

Sangre, plasma sanguíneo, etc	Gusto metálico o como a hígado al 10% de plasma, o al 2-3% de plasma desecado
Fosfatos	Sabor metálico, amargo, con más del 0,3-0,5% de fosfatos
Harinas de soja	Sabor a judías, con el 3-5% de soja

Color

Se pueden presentar varios problemas.

- **Marcas de presión.** Estas son áreas de decoloración en los puntos de contacto entre embutidos envasados apretadamente. Las enzimas, en presencia de oxígeno atacan a la carne y a la grasa por la grasa que se enrancia. El mismo efecto produce el crecimiento bacteriano; el acceso del aire desde fuera del envase es impedido por el íntimo contacto de los embutidos: así el pigmento se convierte en la forma púrpura de la mioglobina reducida. En las fases tempranas este efecto es reversible; al exponerlo al aire el pigmento se reoxigena. No obstante, en cuanto continúa el almacenamiento, la pequeña cantidad de oxígeno que penetra entre los embutidos causa oxidación a la forma castaña de la metamioglobina; en esta fase, el cambio de coloración es irreversible.
- **Manchas blancas.** Este defecto se ha presentado en el pasado pero no parece ser frecuente ahora. Está caracterizado por la aparición en la superficie del embutido de áreas circulares gris-blancas, que aumentan de tamaño durante el almacenamiento. El problema está aparentemente relacionado con la oxidación localizada en la superficie del embutido. Las áreas afectadas están caracterizadas por un bajo contenido de dióxido de azufre y por grasa con alto contenido de peróxidos. El estado ha sido también asociado con el uso de harinas premojadas, que son un medio de cultivo muy bueno para los microorganismos. Las manchas blancas pueden ser prevenidas por la adición del agente reductor patentado Ronoxyan D20® en dosis de 0,5-1,0%.
- **Manchas azuladas.** Este es un efecto óptico causado algunas veces por trozos de corteza de cerdo cocida debajo de la piel del embutido. Los desinfectantes que contiene yodo pueden dar colores azulados por la reacción con el almidón presente en las harinas.
- **Colores artificiales.** Pueden aparecer muchas manchas pequeñas rojas si el color no es adecuadamente dispersado. Las cortezas pueden teñirse preferencialmente por Rojo 2G. La adición de demasiado color artificial resulta en un indeseable color en

el producto cocido. Los tampones o sellos utilizados por los inspectores de carnes, por ejemplo, se pueden encontrar en los productos cárnicos.

- **Efecto de dilución de color.** Los aditivos tales como la soja pueden reducir la intensidad del color y dar como resultado un producto pálido. La grasa tiene un efecto similar, especialmente si está finamente dividida. La 'cremosidad' de la grasa en una mezcla de embutido puede presentarse cuando los embutidos pasan a través de una máquina embutidora de alta velocidad, dando por resultado una apariencia superficial pálida.

Embutidos de emulsión

Salchichas Frankfurt, etc.

La forma más corriente de embutido de emulsión la salchicha Frankfurt, que se elabora de la siguiente forma:

- La carne es muy finamente picada-amasada. Mucha de la grasa está por tanto en forma libre; está ligada en forma estable por la fuerte mezcla carne magra-agua-sal, producida simultáneamente por el fino picado-amasado.
- La mezcla se cura con nitrito sódico para dar un color rosado; esto no es esencial para otros embutidos de emulsión.
- La mezcla se embute en tripas desechables, habitualmente de celulosa, cocida hasta el asentamiento por el calor de la carne, y luego la tripa se elimina.
- Cuando la carne está asentada por el calor completamente al cocer, una buena salchicha Frankfurt se romperá con un 'chasquido'.

Puesto que está completamente cocida, la salchicha Frankfurt debe tener un contenido microbiano bajo. No obstante, se supone que se consumirá rápidamente, salvo que se proceda a su enlatado o congelación.

Existen muchos otros de embutidos de cocción, típicos de cada país o de cada región (embutidos de Viena muy similares a las salchichas Frankfurt, la llamada salchicha de Estrasburgo, salchichas francesas, otros tipos de salchichas alemanas, etc).

Producción de pasta fina

La mezcla finamente picada y amasada de carne magra-agua-sal y grasa se denomina en inglés 'brat' (aunque la palabra original alemana no se refiere a un picado-amasado, sino a un asado a la parrilla- como en 'Bratwurst'). Muchas especialidades de embutidos continentales consisten en un 'brat' con trozos de carne picada o grasa, especias, etc, dispersadas en la masa.

La fórmula aproximada del 'brat' es:

Carne magra	35%	Agua	28%
Grasa	35%	Sal	2%

Notas:

- (a) La mayoría de los países imponen un límite legal del 50% de grasa en la porción de carne. Si otras carnes, grasas, etc. han de incluirse en el embutido completo, la fórmula del 'Brat' se ajusta de acuerdo con esto. Las cortezas se pueden sustituir por carne porcina magra, por ejemplo se permite 10% en Alemania.
- (b) Un alto contenido en agua es esencial para hacer el 'Brat'. El estándar del Reino Unido para las salchichas Frankfurt enlatadas requiere 70% del contenido en carne; el resto es agua y sal.
- (c) El contenido de sal se limita normalmente por el sabor y olor. El fosfato puede incluirse (está prohibido en Alemania). Otras sales (citrato sódico, lactato) se pueden adicionar para mejorar la ligazón de agua sin incrementar el gusto a salado.

Procedimiento de picado-amasado (recomendaciones alemanas)

- *Bien* partir con carne magra más sal (preferiblemente presalar la carne); picar-amasar la carne groseramente y dejarla durante 1-2 días a 5°C o por debajo. Picar-amasar, añadir agua gradualmente. Añadir grasa y picar-amasar a alta velocidad hasta un picado fino.
- *O* poner todos los ingredientes en la cutter y picar a muy alta velocidad hasta picado fino. Este procedimiento es adecuado para la producción en gran escala. Similares procedimientos se pueden obtener en otro equipo, como por ejemplo molino KS.

Es preciso mantener las cuchillas afiladas y muy limpias, cortar limpiamente y reducir la fricción. La temperatura final después del picado-amasado no deberá estar demasiado alta, 22°C el máximo absoluto, aunque algunos consideran que 18°C o menos debería ser el límite en una cutter de alta velocidad o molino.

Embutidos desecados y fermentados

Ver Capítulo 9.

Productos cárnicos untables

Las principales características de estos productos son:

- (a) La carne se somete a cocción y picado durante el proceso de elaboración. La carne precocida (por ejemplo carne enlatada) se puede utilizar como un ingrediente. El producto puede también calentarse después de las fases de mezcla y cocción (por ejemplo las pastas de carne que se embuten en tarros, etc., luego se esterilizan.). A causa de la división después de la cocción, el producto no se mantiene junto por la unión de la carne magra, como ocurre en los embutidos, etc.
- (b) La integridad del producto y untabilidad depende de la presencia de grasa y de un Producto gelificante débil, que mantiene juntas las partículas de carne. La grasa y gel se rompen fácilmente bajo las fuerzas que causan la extensión; la grasa también actúa como un lubricante para ayudar a las partículas de carne a deslizarse una sobre otra.

Embutidos a base de hígado

Las recetas pueden contener cantidades variables de hígado y carne magra o semi magra, con algunos ingredientes altos en tejido conectivo (papadas porcinas, cortezas, pulmones), que proporcionan gelatina al producto acabado.

Recetas típicas

Carnes, etc.	Hígado	50	50	20
	Carne (80% magra)	10	25	15
	Carne (50% magra)	40		
	Grasa añadida		15	50
	Corteza o pulmón		10	15

Otros ingredientes:	Sal	1-2%	De la receta total
	Agua , hielo o caldo	0-40%	
	Harina de trigo	0-12%	
	Cebolla, especias, etc.	Al gusto	

El hígado y los ingredientes cárnicos son ligeramente precocidos, finamente picados o picados-amasados con los otros ingredientes, embutidos en tripas, cocidos en agua o aire húmedo a 74-85°C y enfriados.

Los embutidos de hígado loncheables se elaboran de forma similar pero sin precocción de la carne magra y semimagra. Se produce, por lo tanto la unión de la carne durante la cocción para proporcionar rigidez y loncheabilidad.

Las disposiciones de la Unión Europea exigen 50% de contenido mínimo de carne en el embutido de hígado.

Patés, tarrinas

Paté es el término francés para una pasta de carne extendible. Se aplica a un producto con alto contenido en carne. Las disposiciones de muchos países permiten aplicar este término a cualquier producto cárneo untalble con 70% de contenido mínimo de carne. 'Tarrina' es estrictamente una vasija de cerámica en la cual el paté se puede someter a cocción.

Receta típica

Hígado	26
Panceta de cerdo	26
Grasa dorsal	22
Corteza porcina	8
Cebollas	5
Polvo de ajos	0,3
Sal y fosfatos	2,3
Agua	10,4
Nitrito sódico	200 ppm (inicial)

Las cortezas se cuecen y la carne es cocida ligeramente; luego todos los ingredientes son finamente picados y amasados en una cutter, llenados en escudillas (tearrinas) o moldes y cocidos al horno durante 1,5 a 3 horas, dependiendo del tamaño y de la vida de almacenamiento precisa.

Pasta de carne, carne untable

Estos productos son similares a los patés de textura intermedia. Se elaboran ordinariamente con un contenido de carne próximo al mínimo regulado del 70%. La porción no cárnea habitualmente consiste de harina cocida y agua (1+3,5), u otro relleno adecuado tal como concentrado de soja o caseinato sódico. El producto es ordinariamente esterilizado por el calor después del llenado de tarros o latas; por ejemplo 75 gramos para tarros de cristal; 60 minutos a 115°C, $F_0 = 10$.

Carne conservada en tarros

Se compone de carne picada, cocida, en tarros o botes, etc.; no está por lo general finamente picada y es por tanto solamente untable en grano grueso.

Las disposiciones del Reino Unido requieren 95% de contenido en carne, al menos que el producto esté etiquetado para indicar otros ingredientes distintos de la carne.

Receta típica

Pierna de vacuno (jarrete o carne de cabeza)	50
Corteza de cerdo	15
Caldo (de la cocción de los productos de arriba)	28
Sal y saborizantes	7

La carne y la corteza se pican después de la cocción, se mezclan con el caldo, etc., y se coloca en recipientes.

Problemas en los productos untables

Separación de agua

Para evitar la separación de agua:

- Enfriar por debajo de 21°C antes de llenar.
- Volver a mezclar antes de llenar.
- Asegurar suficiente producto de relleno (harina, bizcocho) en la receta para absorber todo el agua libre de la primera cocción (ejemplo 1 parte de bizcocho para 3,5 partes de agua).

Separación de la grasa

Parece que la grasa en estos productos se mantiene por adsorción o atrapamiento entre las partículas de carne cocida. No hay ninguna matriz de carne y no hay ninguna emulsión significativa.

Por encima del 15% de contenido en grasa en el producto, se produce separación de grasa al cocer. Al 17% se produce una pequeña separación visible de grasa, que se puede aceptar. En algunos productos, ejemplo patés en tarrinas, una capa significativa de grasa en la parte superior puede aceptarse o aún preferirse. Aquí la capa de grasa puede contribuir a un aumento de la vida de almacenamiento por sellar el resto del producto de la contaminación. No han tenido éxito los intentos para incorporar más grasa sin que se produzca separación, por ejemplo por la utilización de ácidos grasos.

Vida de almacenamiento

Patés y productos similares

Si el producto se expone al aire, la vida de almacenamiento se termina ordinariamente por el desarrollo de un sabor y aroma rancios y un color gris. Esto se debe al enranciamiento y oxidación de la grasa de los pigmentos cárnicos no cocidos.

El envasado al vacío, enlatado, etc., extienden por tanto la vida de almacenamiento. El paté congelado tiene una corta vida de almacenamiento, ya que reproduce una aceleración del enranciamiento por congelación.

El nitrito extiende la vida de almacenamiento del paté; por ejemplo a 5°C:

Ningún nitrito	0-1 semanas
200 ppm de nitrito inicial, dando aproximadamente 50 ppm de nitrito residual después de la elaboración	3-4 semanas

El polifosfato (0,3%) extiende ligeramente la vida de almacenamiento pero hace el paté más blando.

Pastas de carne

La vida de almacenamiento es frecuentemente determinada por el oscurecimiento de la superficie de la carne en el espacio en cabeza del tarro, lata, etc. El oscurecimiento se acelera por la presencia de hierro. Cuando el cierre del tarro es la fuente del hierro, la vida de almacenamiento se puede prolongar por la inclusión de un disco de papel libre de hierro.

Efectos del proceso térmico

Esterilización

Las pastas de carne y las carnes untadas, envasadas en tarros o latas, se esterilizan a $F_0 = 10$ o más. La vida de almacenamiento es por tanto larga, ordinariamente terminada por cambios químicos como se ha anotado más arriba.

Pasteurización

Los patés envasados al aire, tarriinas, etc., se pasteurizan. Para una tarrina de 2,5 kg o más, el proceso de pasteurización se puede realizar a una temperatura de 148 °C mantenida durante dos horas y cuarto.

Los recuentos microbianos disminuyen cuando aumenta el tiempo de cocción, pero la vida de almacenamiento organoléptica no se ve afectada.

Colores artificiales

No existe ahora colorante alguno con acción satisfactoria en pastas de carne esterilizada, que esté permitido en la UE.

CAPÍTULO 9 CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS CURADOS

PROCESOS DE CURADO

Inyección

Todos los procesos de curado de carnes integras (sin dividir), excepto para el curado en seco, incluyen como primer paso la inyección de la solución de salmuera en la carne. La salmuera contiene los agentes de curado necesarios tales como la sal y el nitrato, y también nitrato; se pueden incluir otros ingredientes según precisen las correspondientes recetas.

Hay tres métodos principales de inyección: máquinas de inyección multiaguja, inyección manual e inyección arterial.

Máquinas de inyección multiagujas

Es el método más comúnmente utilizado ahora, especialmente para piezas de carne deshuesada. Existen modelos disponibles para su utilización en todo tipo de carnes.

Inyección o bombeo manual

Era el método tradicional antes de la invención de los inyectores multiagujas, y se utiliza todavía en algunas fábricas. Se utilizan inyectores de aguja única, los mejores dotados de medidores de salmuera y manómetros.

Para el bacon, se sigue un sistema estricto de puntos de inyección en los laterales del bacon, para asegurar la distribución óptima del curado. Se utilizan presiones de 70-90 psi (5-6 bares).

Inyección arterial

Primeramente introducido para los jamones en USA en los años 1930, se utiliza todavía este método para algunos jamones de alta calidad y para las lenguas. La salmuera se inyecta en los extremos abiertos de las arterias y se transporta a través de la carne por el sistema arterial y de capilares. Las siguientes condiciones deben observarse:

- En los tratamientos previos de la carne, las arterias deben permanecer intactas y debe ser posible encontrarlas, para lo que se requiere cierta habilidad.
- El animal debe ser debidamente sangrado de tal manera que las arterias estén más o menos vacías de sangre.

- Las presiones de bombeo deben ser cuidadosamente controladas: 30 psi (2 bares) mínimo para distribución efectiva, 40 psi (2,3 bares) máximo para evitar rotura de arterias.

Curado por inmersión en tanques

Ver los procesos de elaboración del bacon Wiltshire.

Curado en seco

La sal seca o la sal mezclada con nitrato sódico o potásico se incorpora a la carne, frecuentemente con un suave frotamiento manual, directamente durante varias semanas. Un total de más del 3% de sal toma la carne, siendo las concentraciones más elevadas cerca de la superficie. Entre salado y salado, la carne se cuelga en cámaras con una atmósfera seca y fría, donde va perdiendo lentamente parte de su contenido en agua; la pérdida de peso final puede ser del 10-25%, dependiendo de las condiciones.

El procedimiento deberá comenzarse tan pronto como sea posible después del enfriamiento inicial de la canal, antes de que comience cualquier desarrollo de bacterias productoras de alteraciones. Una higiene cuidadosa es fundamental en las primeras fases del curado, cuando el contenido de humedad de la carne es alto y el de sal bajo; la conservación posterior, se asegura por la sal sólida que rodea el producto. Las condiciones cálidas ayudan a la penetración de las sales de curado, pero son menos buenas para la higiene; una temperatura de compromiso es 5-7°C.

El despiece debiera reducirse al mínimo para evitar la contaminación del interior de la carne. Si se precisa el producto sin huesos, el deshuesado debería ser aplazado hasta la curación completa.

Malaxado, golpeo

La penetración y el equilibrio del curado, especialmente en piezas relativamente pequeñas de carne, se aceleran en gran medida por la acción mecánica. También tiene lugar la extracción de miosina en las superficies, lo que hace que los trozos de carne se unan mejor en la cocción posterior. La combinación del malaxado o golpeado, seguida por el tratamiento térmico de los productos depositados en moldes o tripas, se utiliza por consiguiente para la producción de productos cárnicos curados reformados.

El malaxado consiste en un suave frotamiento de una superficie de la carne con otra, o sobre una superficie lisa como la pared del malaxador, sin pérdida de contacto. Las máquinas de malaxado típicas son tanques que contienen paletas de rotación lenta, de formas lisas (Figura 9.1). El golpeo es una acción más vigorosa en la cual la carne es golpeada por paletas, placas, etc., o se le permite caer desde la parte superior de un tambor rotatorio (Figura 9.2). Las primitivas máquinas incluían las mantequeras, mezcladoras de cemento, etc.; ahora existen muchos tipos de tambores rotatorios.

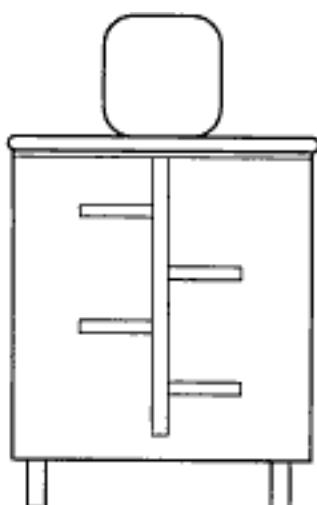


Figura 9.1 Malaxadora.

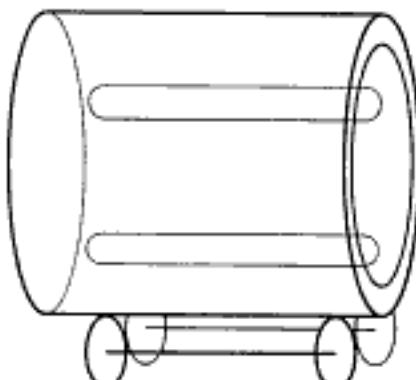


Figura 9.2 Golpeadora.

El malaxado o golpeo habitualmente sigue a una inyección multiagujas. Son posibles amplias variaciones en las condiciones de trabajo; hay dos variantes que son las más comunes:

- Malaxado o golpeo durante un periodo de tiempo (por ejemplo de 30 a 60 minutos), un descanso de 16-24 horas; malaxado o golpeo durante otro periodo de tiempo.
- Malaxado o golpeo por cortos periodos de tiempo (5-10 minutos) una vez cada hora durante 8-24 horas.

Los resultados se juzgan en términos de:

- (a) Rendimiento del producto curado, antes y después del enfriamiento;
- (b) Adhesión de las piezas de carne al cocer, para dar un producto intacto y loncheable.
- (c) Pérdida de estructura fibrosa en la carne.

Una poca acción mecánica reduce (a) y (b); demasiada incrementa (c) y puede reducir (b).

Ahumado

El humo de maderas duras (roble, haya, nogal) ha sido tradicionalmente considerado el mejor para el ahumado de la carne y de los productos cárnicos, pero en la práctica, se puede utilizar cualquier madera no resinosa.

Las modificaciones actuales al viejo método de colgar la carne en las chimeneas domésticas incluyen lo siguiente:

- Generación de humo de las virutas de madera o serrín en ahumadores especiales ordinariamente unidos a las cámaras de cocción; el humo es más intenso si la madera está húmeda.

- Cuando la generación del humo se hace en una unidad separada de la cámara de cocción, pudiendo ser controlada independientemente de la temperatura y humedad, la carne debe ser desecada y/o cocida, como se precise, antes de proceder a su ahumado en el mismo equipo.
- Las temperaturas del humo pueden ser ajustadas para ‘ahumado en frío’ (típicamente alrededor de 35-50°C) o ‘ahumado en caliente’ (típicamente alrededor de 80°C).
- Las sustancias nocivas (ejemplo benzopireno, que es cancerígeno) puede eliminarse del humo incluyendo pulverizaciones de agua o precipitación electrostática entre la generación del humo y la deposición sobre el producto.
- Los concentrados de humo o esencias pueden utilizarse en lugar del humo natural; se pulverizan algunas veces ayudados por precipitación electrostática de un spray coloidal.

El ahumado puede ser de 4-12 horas, dependiendo de las condiciones y necesidades del producto. La temperatura interna de la carne puede elevarse alrededor de 35°C durante el ahumado en caliente. Esta deberá ser reducida tan rápidamente como sea posible una vez terminado el proceso.

PRODUCTOS

Bacon y jamón

Bacon

Bacon es carne de cerdo curada. En Europa puede ser de cualquier parte del cerdo. En Norteamérica ‘bacon’ se refiere específicamente al de la panceta (ver más abajo). El bacon puede estar ahumado o no (‘verde’).

Hoja Wiltshire

La hoja Wiltshire es la mitad de la canal (sin cabeza) curada en una pieza. Subsiguientemente se corta en cuartos y se deshuesa para la venta minorista.

Si la pierna (8 y 9 en la Figura 9.3) se cura después de ser cortada de la hoja, se le llama jamón. Algunas de las otras piezas también se pueden cortar de la canal y deshuesar antes de la curación. Tales piezas se pueden llamar **bloque de bacon** o **bacon curado en bloque**. Las piezas curadas tienen nombre similares a las de arriba.

Jamón

Un jamón es la parte superior de la pierna y nalgas de un cerdo, no curado o curado. El jamón es el producto curado. En algunos países es habitualmente, pero no necesariamente, cocido.

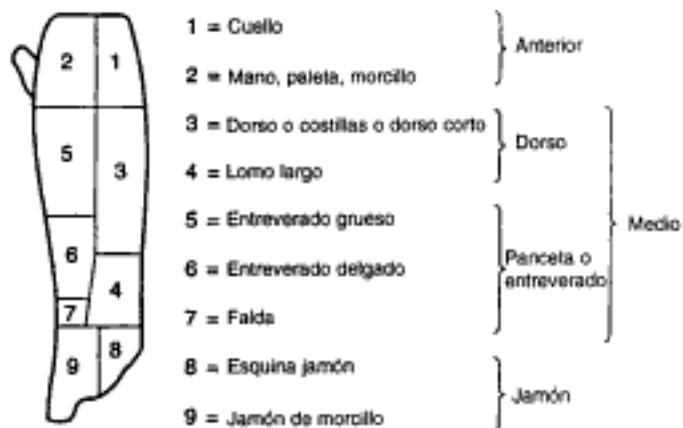


Figura 9.3 Piezas de bacon.

Jamón crudo

El jamón crudo incluye el jamón de York, "jambon de Paris", prosciutto (italiano) y otros. Es habitualmente curado en seco (ver abajo) pero no cocido.

Jamón reformado, jamón reestructurado

Son nombres para las piezas de jamón curado reunidos en rollos o bloques. Productos similares hechos de otras partes del cerdo no pueden ser llamados 'jamón' o algun otro nombre incluyendo esa palabra; si se aceptan los términos de 'paletilla de cerdo curada' y otros.

El procedimiento Wiltshire es un método tradicional de fabricación de bacon en el que:

- Los únicos ingredientes son salmuera de sal que contiene las sales de curado, nitratos y nitritos de potasio (o sodio); en algunas versiones modernas se omite el nitrato.
- El curado progresó en tres fases: inyección de salmuera, inmersión en una salmuera, y un periodo de maduración.

Tocino

Tocino es el nombre utilizado en Europa continental para la grasa dorsal porcina, curada, muy ahumada o para la panceta grasa. En España se suele asimilar este nombre a cualquier grasa del cerdo.

Procedimiento Wiltshire

Este procedimiento se aplica a piezas completas de bacon o a las piezas del cerdo (media, dorso, panceta o parte anterior). Las fases de curado son:

- **Inyección** de salmuera. Tradicionalmente se hacía por punción o bombeado manual siguiendo un modelo regular para asegurar una

distribución óptima. Ahora casi siempre se hace con máquinas inyectoras multiagujas. Es común también acumular sal extra en el 'bolsillo de la paletilla' donde el hueso de la espalda se ha eliminado (para prevenir alteraciones en esta región antes de que la curación se complete, debido al aumento de la contaminación bacteriana durante el proceso de deshuesado).

- **Inmersión** de la carne inyectada en tanques de salmuera fría (0-5°C, antes durante 5 días, ahora habitualmente 3-4 días). Se puede esparcir más sal sobre la superficie de la carne puesto que está apilada en los tanques.
- **Maduración** fuera de la salmuera, antes apilada en un almacén (0-5°C hasta 14 días, ahora habitualmente 3-5 días).

Salmueras

Salmueras de inyección

Se pueden utilizar salmuera 'vivas' (se les llama así a las que tienen una gran proporción de bacterias activas), procedentes de un tanque de curación (ver abajo), pero es más habitual hacerlas frescas cuando se precisen, con composición similar a la salmuera de inmersión o bien, ligeramente diluida.

Salmueras Wiltshire

La salmuera de inmersión es una salmuera 'viva', tradicionalmente elaborada con sal saturada más nitrato de sodio o potasio y contiene una gran proporción de bacterias activas que:

- Crecen fácilmente incluso a altas concentraciones de sal, en presencia de nitrato y a bajas temperaturas.
- Producen nitrito continuamente, a partir del nitrato en la salmuera.
- Suprimen el crecimiento de cualquier otra bacteria que pudiese causar alteraciones.

Ahora, casi siempre se incluye nitrito de sodio (o potasio) para suplementar el producido microbiológicamente.

Una salmuera típica Wiltshire contiene:

Sal	24-25% p/p (saturación=26% p/p a 0°C)
Nitrato sódico	0,4% (4000 ppm) (o nitrato potásico 0,5%)
Nitrito sódico	0,1% (1000 ppm)
Sólidos solubles	(de la carne previamente curada en la salmuera.).
Micrococos y Lactobacilos	(conteo total por microscopía 10^7 - 10^8 por ml; recuento a los 5 días a 22°C sobre agar con 45% de sal, por debajo de 5×10^5 por ml).
pH	6.0-6.5

Una salmuera así, es microbiológicamente estable con tal de que:

- (a) El contenido de sal se mantenga próximo a la saturación; esto precisa la adición regular de sal para reemplazar la que es absorbida por la carne. Los fracasos para asegurar esto puede permitir que bacterias no deseadas lleguen a desarrollarse, pudiendo descomponer el nitrito o dicho de otra manera, interferir en el equilibrio del sistema. La concentración de sal deberá ser registrada diariamente usando un hidrómetro (salómetro) y añadir más sal cuando se precise.
- (b) Se puede añadir el nitrito cuando sea necesario para asegurar su correcta concentración.
- (c) El nitrato se añade regularmente para reemplazar al consumido en la formación de nitrito.
- (d) La salmuera se mantiene fría; solamente la carne que ya está fría se deberá introducir en ella.
- (e) La salmuera se mantiene aireada; en las operaciones normales, la inmersión y separación de la carne asegurará suficiente aireación, pero si la salmuera se deja sin usar por más de uno o dos días deberá ser bombeada, agitada y esparcida en ocasiones.

El análisis químico regular (al menos semanalmente), es necesario para controlar (b) y (c). Durante el proceso, las sales de curado pasan desde la salmuera a la carne, mientras que el agua de la carne diluye la salmuera. Son por tanto necesarios ajustes continuos. Los análisis microbiológicos regulares también ayudan.

Es un objetivo del procedimiento Wiltshire que una salmuera de inmersión, manejada cuidadosamente en esta forma, pueda permanecer continuamente activa y estable y nunca precise ser retirada o destruida. La nueva salmuera, si alguna vez se requiriese, se puede elaborar con una parte de una salmuera anterior satisfactoria, para suministrar la flora microbiana correcta y algunos sólidos cárnicos disueltos.

Maduración

En el proceso Wiltshire esta fase es necesaria:

- Para drenar el exceso de líquido.
- Para permitir que las sales de curado se equilibren con la carne.

Un apilado cuidadoso de las hojas de bacon es importante para permitir el drenaje sin distorsión. La carne deberá mantenerse fría (5°C o menos); por tanto, tradicionalmente la fase de maduración se hacia en sótanos. La humedad relativa debe ser baja; aproximadamente 85% de HR (humedad relativa) es satisfactoria y se logra en la práctica conservando el suelo húmedo con salmuera, no agua, todas las veces. La solución saturada de sal está en equilibrio con el 75% de humedad relativa.

Modificaciones, procedimientos de curado simplificados y rápidos

Salmueras 'frescas'

En lugar de utilizar salmueras de inmersión continuamente mantenidas en las composiciones apropiadas, tanto químicas como microbiológicas, algunas veces para

periodos largos, puede ser preferible elaborar salmueras frescas siempre que se necesiten. Al no ser necesario mantenerlas a concentraciones próximas la saturación de la sal para asegurar la correcta población bacteriana, los contenidos en sal de las salmueras frescas pueden ser más bajos que en una salmuera Wiltshire. Esto permite una penetración algo más rápida en la carne, lo que significa periodos más cortos de inmersión; el periodo se puede reducir en 1-2 días. Hay también una toma mayor de agua, que por encima de determinados límites, se ha de declarar en el producto final.

Las concentraciones típicas son:

Sal	18-22%
Nitrito sódico	0,06-0,1%
Nitrato sódico	0,15-0,2%

Se puede elaborar un buen bacon con salmueras que contienen nitrito pero no nitrato, puesto que naturalmente no hay ninguna necesidad para la conversión microbiana del nitrato a nitrito.

Como con el procedimiento Wiltshire, es muy importante mantener un buen control de la composición química de las salmueras y de los productos terminados, con análisis regulares de los contenidos de sal y nitritos. Se deberán conservar registros de producción de los pesos de entrada y salida, y por tanto del rendimiento de cada lote. Esto es preciso para confirmar los análisis químicos de composición, y para mostrar la cantidad de agua absorbida o perdida. En el producto producto final puesto a la venta, se debe declarar el contenido en agua.

Inyección de salmuera sin inmersión

El propósito de la inmersión o fase de 'tanqueado' en el procedimiento Wiltshire es permitir una más uniforme distribución de las sales de curado en la carne. Algunas medidas que permiten la uniformidad de la composición sin necesidad de la fase de inmersión y los problemas asociados de control de la composición de la salmuera, trabajo de manejo y necesidades de tiempo, pueden simplificar el proceso completo y reducir sus costes.

Curado en bloques

Este término se usa habitualmente para indicar que el bacon está hecho a partir de piezas precortadas de cerdo, por el método de inyección, ordinariamente con un inyector multiagujas. El procedimiento de inyección puede ser, y usualmente lo es, seguido por una fase de equilibrio (habitualmente 1-3 días) antes del ahumado, loncheado, cocción, etc.

La fase de equilibrio puede realizarse con la carne en una salmuera de inmersión o 'salmuera de cobertura' de composición similar a la salmuera de inyección.

Todas las salmueras deben ser hechas recientemente.

Curación en envases

Después de la inyección y drenado (por ejemplo durante 24 horas), la carne se envasa en bolsas de plástico impermeables en las cuales el equilibrio y la curación se permite que continúen hasta que el producto sea extraído para loncheear, envasar o cualquier otra utilización.

Curación en lonchas

En este caso, la carne es preloncheada, luego las lonchas se sumergen en un baño de salmuera de curado durante un corto periodo (menos de 1 minuto) para que tomen las cantidades requeridas de sales curantes. El procedimiento se puede automatizar, con un buen control de la composición. Este procedimiento puede presentar dificultades a la hora de envasar las lonchas curadas de esta forma, que son más difíciles de envasar que cuando son loncheadas después del curado.

Otros ingredientes en las mezclas de curación

Entre los ingredientes utilizados para el curado, podemos tener:

- Fosfatos para mejorar la capacidad de retención de agua, especialmente en productos malaxados.
- Azúcar para dar sabor y olor; los azúcares reductores tales como la glucosa o lactosa tienen también un efecto beneficioso sobre el color de la carne curada.
- Leche en polvo para dar sabor y olor, además de ser también una fuente de lactosa.
- Glutamato monosódico como potenciador del sabor.
- Proteínas vegetales hidrolizadas para dar sabor y olor.
- Humo y humo líquido para dar sabor y olor, ver abajo.
- Ascorbato o eritorbato que ayudan en el proceso de curación.
- Soja o caseinato para mejorar la capacidad de retención de agua y mejorar la textura en productos de moderado o bajo contenido en carne.

Envase del bacon

Loncheado

La precisión en el loncheado depende de varios factores:

Control de temperatura

Con loncheadoras manuales o automáticas de pequeña capacidad o loncheadoras semi-automáticas, se presentan pocos problemas especiales. Con loncheadoras automáticas de alta velocidad, la uniformidad las lonchas depende en gran medida de la rigidez de los bloques a loncheear, que a su vez, depende de la temperatura a la que se realice el proceso. Antes del loncheado, el bacon deberá ser enfriado a una temperatura tan próxima como sea posible a -2°C. A temperaturas más bajas se formará hielo y el loncheado será más difícil. A temperaturas más altas la carne está más blanda.

Contenido en grasa y composición de la grasa

La blandura de la grasa es el principal factor causante de que la carne sea más blanda o menos rígida. La blandura de la grasa corporal de los cerdos puede ser muy variable y está influenciada por la dieta proporcionada a los animales vivos. Las dificultades para lonchejar están relacionadas con esa causa. Por ello, controlando la alimentación de los animales en la granja, podemos conseguir mejores resultados en el loncheado.

Forma de los bloques

Los mejores resultados se obtienen con loncheadoras de alta velocidad, y el mejor control del producto es posible si la carne es cortada de forma que tenga una sección transversal uniforme, antes de loncheado. Esto se puede lograr con varias prensas de carne o bacon, que comprimen los bloques de carnes (habitualmente a una temperatura de -2°C) dentro de cámaras de formas regulares.

Además de los peligros usuales en el manejo de los productos cárnicos, existen posibilidades de contaminación microbiana de los productos loncheados debido a :

- Desarrollo de organismos sobre las lonchas, mesas, transportadores, etc., si hay defectos en los procedimientos de limpieza;
- Posible contaminación cruzada entre productos cocidos y no cocidos.

Estas posibilidades deben de controlarse.

Envasado

Las láminas de bacon Wiltshire fueron tradicionalmente envasadas en telas de muselina. Actualmente el bacon es sobretodo preparado por los fabricantes como "cortes principales" (piezas grandes sin cortar) deshuesados y envasados al vacío, y pueden ser preenvasados en la fábrica en envases al vacío para su posterior distribución antes de la venta. Algun bacon se lonchea a partir de los cortes principales en los supermercados, etc., y se preenvasa en bolsas sueltas o envases sin vacío, pero la mayoría está envasada al vacío.

La vida de almacenamiento extra que se consigue con el envasado al vacío, puede traducirse en una reducción del contenido en sal a fin de suministrar un producto más suave al gusto.

Pasteurización

A veces, el bacon es en parte cocido, ahumado en caliente, etc., lo que mejora la vida de almacenamiento.

El ahumado en caliente produce un pequeño efecto de pasteurización, ya que suministra un calor adicional. El bacon se calienta, con o sin humo, en la forma de bloque de carne antes de loncheado. Por ejemplo, en las estanterías de cámaras de cocción de aire caliente. El calentamiento en un envase al vacío puede ser efectivo microbiológicamente, pero los envases pierden presencia debido a las pérdidas por cocción; las lonchas también pueden pegarse unas con otras. La cantidad total de calor que se necesita para una efectiva pasteurización no se ha estudiado en este contexto.

Bacon congelado

Este producto es muy propenso al enranciamiento al menos que esté envasado bajo un vacío perfecto. La vida de almacenamiento congelado no es probablemente más de seis meses o incluso menos.

Producción de jamón cocido

Los principios implicados, y algunos de los métodos utilizados, son similares a los correspondientes al bacon, con ciertas variantes que variantes que veremos a continuación.

Cocción del jamón

La cocción altera las características organolépticas del producto. Aumenta también su vida de almacenamiento, a causa de su efecto pasteurizador o esterilizante.

Los productos con alto contenido en sal (5% o más) son estables al almacenamiento a la temperatura ambiente, se sometan o no a cocción. Los productos con más bajo contenido en sal, ejemplo la mayor parte de los productos curados por inyección, noson estables durante el almacenamiento por más de unos pocos días, al menos que reciban algun tratamiento térmico.

Existe un conflicto entre los dos requerimientos:

- Proporcionar suficiente calor para pasteurizar o esterilizar los microorganismos presentes.
- No dar demasiado calor, para evitar grandes pérdidas por cocción o demasiado ablandamiento de la textura.

Aun cuando el nitrito está presente, el calentamiento necesario para la eliminación de microbios, puede ser demasiado fuerte para el segundo requerimiento. El problema es aun más complicado en el caso de grandes piezas de carne tales como jamones completos o carne curada en grandes latas, a causa de las diferencias de temperatura entre el exterior y el centro del producto. En la práctica, se han conseguido las siguientes soluciones:

A.- Las latas pequeñas (de hasta aproximadamente 450 gramos), estables al almacenamiento a temperatura ambiente, son sometidas a procedimientos térmicos similares a los que son sometidos otros productos cárnicos ($F_0 = 0,1-0,7$ aproximadamente).

B.-Las latas grandes, envases de plástico, etc. (de 600 gramos a 2,5 kg), incluyendo jamones completos, latas en forma de pera de 2,5 kg de capacidad y latas largas de sección cuadrada, se pasteurizan solamente y el producto se conserva bajo refrigeración (0-5°C). Los jamones hasta 6,8 kg cocidos en moldes de metal, se pueden también incluir, aunque este no es estrictamente un tipo de procedimiento de enlatado puesto que no se puede evitar la contaminación después del proceso.

La temperatura del proceso se mide por la temperatura alcanzada en el centro. Suele ser siempre necesaria una temperatura superior a 66°C. La carne está probablemente infracocida a 65°C.

El Cuadro 9.1 muestra algunas cifras típicas para las pérdidas por cocción en jamones (de 4 a 6,4 kg aproximadamente) cocidos en moldes a varias temperaturas en el centro, con comentarios sobre el grado de cocción.

Cuadro 9.1 Temperaturas de cocción del jamón (datos de Ranken, 1984).

Temperatura central °C	Pérdidas por cocción %	Observaciones
61	2.6	Medio cruda
64	4.4	Ligeramente infracocida
66	9.6	Ligeramente infracocida
69	7.8	Bien
69	11.1	Infracocida
70	9.7	Ligeramente sobre cocida
71	12.1	Bien

Las pérdidas por cocción se ven afectadas por otros factores, incluyendo las temperaturas de elaboración y el pH. El efecto del último es muy complejo y no es fácilmente predecible en casos individuales. En todos estos productos es práctica común añadir 2% de gelatina seca antes de la cocción y dispersarla bien, para asegurar que cualquier líquido de la carne cocida forma una gelatina que se solidifica al enfriar.

Enfriamiento de los jamones cocidos

Esta fase debe realizarse completamente y tan rápidamente como sea posible con jamones grandes y otras piezas, de tal manera que se evite el excesivo crecimiento microbiano en el centro de la carne que permanece caliente durante más tiempo. Para jamones curados completamente (2,5% de sal en agua, 100 ppm de nitrito inicial) la temperatura en el centro deberá bajar a 5°C en no más de 10 horas.

Loncheado y envasado del jamón

Los requerimientos higiénicos son parecidos a los del bacon, con la adición de que la contaminación cruzada de las carnes no cocinadas *debe* ser eliminada. El loncheado a gran velocidad es menos común que con bacon y los problemas técnicos para conseguir loncheados exactos deben ser menos problemáticos.

Composición de los productos acabados

Bacon

La composición media del producto se puede calcular con razonable seguridad, a partir de la composición de la salmuera y, de la proporción de salmuera absorbida por el bacon. A altos niveles de captación, el cálculo es menos seguro a causa de que la salmuera perdida de la carne, tiene una composición diferente de la salmuera inyectada.

En la elaboración práctica, puede ser difícil medir con exactitud la cantidad de salmuera captada por el producto, ya que las variaciones pueden ser considerables. La experiencia práctica sugiere que la composición llega a ser más uniforme si se da el tiempo suficiente para que la sal se reparta por toda la masa. La vida de almacenamiento también se verá ampliada.

Supongamos un bacon que toma un 10% de salmuera de la composición indicada en la página anterior. Dicho bacon tendría la siguiente composición: da la siguiente composición en el bacon:

	Teórica	Práctica
Sal	2.5%	3%
Nitrato sódico (expresado como nitrito sódico)	500ppm 400ppm	250ppm 200ppm
Nitrito sódico	200ppm	80-150ppm

El contenido 'práctico' de sal es alto porque:

- La sal adicional se absorbe de la salmuera.
- Se añade sal seca a la carne después de la inyección.

En bacon hecho con una salmuera 'viva' los contenidos de nitrato y nitrito pueden ser diferentes de los señalados más arriba, dependiendo del estado de los procesos de reducción del nitrato microbiano en la salmuera en el momento de su utilización.

La flora microbiana de la salmuera Wiltshire permanece activa en el bacon terminado y puede continuar convirtiendo el nitrato residual en nitrito durante el almacenamiento. Así, aunque el bacon haya sido elaborado añadiendo las cantidades permitidas de nitritos, podría exceder el contenido de nitrito máximo legal después que haya sido elaborado. No obstante, como el mismo contenido de nitrito disminuye con el almacenamiento, el efecto es temporal y no es habitualmente un problema.

Destino del nitrato añadido en bacon curado en bloques

El nitrato se puede añadir para el curado de los bloques con la esperanza de que, como en el bacon Wiltshire, se pueda reducir a nitrito durante el almacenamiento del producto, prolongando así la vida de almacenamiento. La reducción a nitrito tendrá lugar solamente si los microorganismos necesarios están presentes en el ambiente donde el bacon se elabora; si se elabora bacon o fue elaborado en la misma industria, la flora microbiana correcta puede estar presente pero en otras instalaciones esto no se puede garantizar. Se ha visto que cuando el bacon que contiene nitrato fue elaborado en industrias donde no se había elaborado bacon anteriormente, bien el nitrato presente no fue reducido y su presencia tenía un efecto insignificante sobre la vida de almacenamiento, o el nitrato en el bacon fomentó la presencia de bacterias productoras de alteraciones (Enterobacteriaceae) y la vida de almacenamiento fue en consecuencia acortada.

En los nuevos productos elaborados por curación en bloques, se suele evitar la utilización de nitratos.

Jamones secos curados

La composición media del jamón de York (deshuesado) es:

Humedad	31.0%
Proteína	5.0%
Grasa	49.0%
Sal	2.9%
Contenido aparente de carne	118.6%

Se puede esperar que el contenido de grasa sea variable. El contenido de sal puede estar desigualmente distribuido.

Otros jamones. Estos tendrán más bajos contenidos aparentes de carne, dependiendo de la cantidad de salmuera captada y retenida en la curación y cocción.

Inyección para el curado de los jamones. El contenido medio esperado de sal, nitrito, etc., se puede calcular como con el bacon, a partir de la composición de la salmuera y de la proporción de salmuer absorvida, cuando se conoce.

La combinación de la inyección, golpeo o malaxado y el cuidadoso control de la cocción puede dar como resultado productos con altas proporciones de salmuera retenida después de la cocción. En el pasado esto condujo a dificultades legales cuando los productos con bajo contenido en agua (ejemplo jamón curado seco, que puede perder agua durante la producción) o con altos contenidos de agua añadida podían designarse por el mismo nombre de 'jamón'. Esto se resuelve exigiendo la declaración de cualquier agua adicional sobre la normalmente añadida en el proceso del curado.

Para el cálculo del contenido en carne o contenido de agua añadida mediante análisis, ver las páginas finales del libro (Consideraciones analíticas).

Variabilidad de la composición

Aun cuando la elaboración se haga bajo cuidadosas condiciones, pueden existir amplias variaciones en la composición dentro de lotes o unidades de productos cárnicos curados.

Ejemplo 1.

Tres jamones enlatados de dos fabricantes se dividieron sistemáticamente en 24 porciones; las medias y rangos de los valores analíticos encontrados para las 24 porciones de cada jamón se muestran en el Cuadro 9.2.

Ejemplo 2

Setenta y seis muestras de 0,227 kg de bacon de la misma industria se seleccionaron al azar. La Figura 9.4 muestra la relación entre contenidos de sal y nitrito de estas muestras.

Lenguas

El procedimiento normal para curar lenguas es el siguiente: Recortar los excesos de grasa y glándulas y eliminar el hueso hioideo si esto se puede hacer fácilmente. Inyectar o bombear con salmuera de curado. La salmuera, en las lenguas vacunas, se puede bombear por la arteria (35 psi, 2,4 bares, parece ser la presión óptima). Las lenguas más pequeñas lo son por inyección multiagujas pero esto puede disminuir los rendimientos totales, aun cuando se utilicen fosfatos. Curar en una salmuera cubierta durante aproximadamente 2 días a 0-2°C. Drenar. Cocer hasta que la piel pueda ser eliminada. Las lenguas son ordinariamente hervidas a fuego lento a 97-99°C durante 2,5 horas (lenguas vacunas) o 3,5 horas (lenguas de cordero). Eliminar la piel, y el hueso hioideo si esta todavía presente. Envasar en latas (se puede añadir gelatina). Procedimiento térmico para $F_0 = 0,1-0,7$.

Los rendimientos pueden variar ampliamente, por razones no claramente establecidas. El beneficio que se puede obtener mediante la utilización de polifosfatos, es muy pequeño.

El color del producto curado puede ser desigual, de nuevo por razones no bien comprendidas.

Los problemas encontrados son:

- Variaciones de los rendimientos (no bien comprendidas).
- Desigual color de curado.

Cuadro 9.2. Variabilidad en la composición de jamones enlatados (datos de Ranken, 1984).

	Fabricante A			Fabricante B		
Número de jamón	1	2	3	4	5	6
Tiempo de almacenamiento (meses)	0	1	4	0	1	4
Nitrito sódico (ppm)	34 (8-70)	12 (7-28)	7 (2-12)	90 (65-116)	140 (30-47)	29 (22-42)
Sal (%)	4.18 (3.2-4.9)	4.07 (3.6-4.6)	3.22 (2.9-3.3)	4.44 (3.4-5.7)	3.54 (2.8-4.5)	3.36 (3.1-3.7)
Agua (%)	70.03 (67.2-72.1)	69.03 (62.8-71.5)	71.78 (68.1-75.2)	68.40 (62.4-72.9)	67.59 (58.0-71.7)	67.60 (60.4-71.1)
Sal en agua (%)	5.96 (4.8-7.1)	5.91 (5.5-6.8)	4.48 (3.9-4.7)	6.49 (5.4-8.0)	5.24 (4.5-6.6)	4.96 (4.7-5.2)
Valor pH	6.36 (6.2-6.8)	6.12 (6.0-6.2)	6.42 (6.3-6.6)	6.34 (6.2-6.5)	6.28 (6.1-6.4)	6.35 (6.3-6.4)

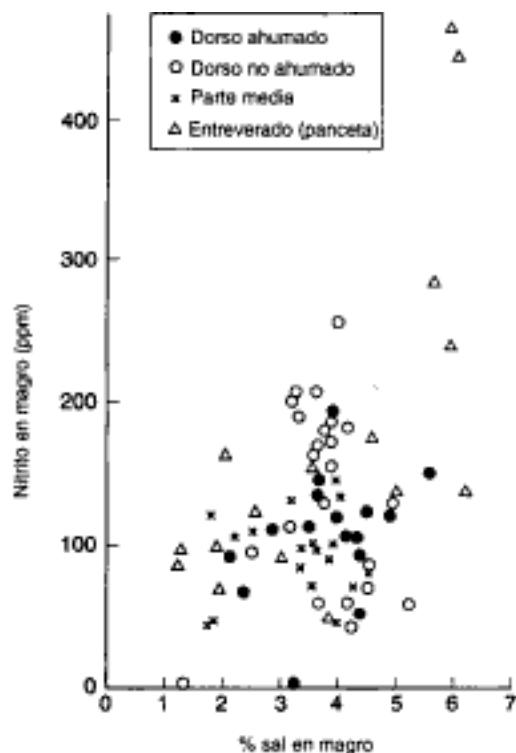


Figura 9.4 Variabilidad en la composición del bacon (datos de Ranken, 1984).

Datos de composición típica de lenguas enlatadas y congeladas.

	Lenguas vacunas enlatadas (226.8 g) 18 muestras	Lenguas vacunas congeladas 107 muestras
pH	6.16-6.72 media 6.36	5.7-6.5 media 6.05
Aqua %	58.5-72.8 media 67.4	
Sal %	2.03-3.57 media 2.76	

Carnes en conserva (enlatadas) (*Luncheon meats*)

Son mezclas finamente picadas y amasadas que pueden tener altos contenidos de grasa y tejido conectivo. Normalmente, se curan y se enlatan. Otros productos cárnicos de este tipo, se pican más o menos groseramente, pero no son sometidos a la operación de curado.

En gran medida estos productos se han diseñado para utilizar recortes, excedentes, etc., de los otros procesos de la industria. La receta y el proceso de elaboración deberán ser por tanto simples y adaptables a las muy amplias variaciones de las materias primas.

Las disposiciones relativas al contenido en carne en el Reino Unido son:

- El contenido en carne debe ser 65% si se describen como 'Carne picada (meta loaf)' o 'Rollo de carne (meta roll)', 80% si se describen como 'carne con cereales' o equivalente; estos contenidos en carne pueden ser más altos.
- No menos del 60% del contenido en carne debe ser carne magra.

- Cortezas (como cortezas menos grasa recortable) pueden sustituir al magro, en un 10% del contenido de carne porcina total.

Proceso de elaboración

Picado y amasado

Se siguen los principios discutidos al principio para elaborar embutidos. Si se incluye carne cocida en la receta, sus escasas propiedades de ligazón han de ser tenidas en cuenta. El almidón de patata se puede utilizar como un agente ligante de agua; es particularmente efectivo en este tipo de producto.

Curado

La utilización del nitrito da un color rosado al producto acabado y también permite la utilización de tratamientos térmicos no muy fuertes. A un nivel inicial de 75 ppm, el nitrito sódico es suficiente para conseguir ambos fines, con tal de que esté bien mezclado durante el procedimiento de picado-amasado. Si se utiliza carne curada en la receta, su contenido en nitrito deberá ser tenido en cuenta; su efecto en el producto final es el mismo que con nitrito añadido a carne no curada. Por debajo de 10 ppm de nitrito inicial, el desarrollo del color es incompleto. A dosis intermedias de nitrito, la utilización de ascorbato es útil. La eritrosina se ha utilizado como colorante artificial, pero actualmente, la Unión europea solamente permite el Rojo Allura.

Proceso térmico

Con carne de buena calidad microbiana (esporas de clostridios no más de una por gramo de producto), el proceso mínimo recomendado es el siguiente:

Contenido mínimo de nitrito sódico	75 ppm inicial
Contenido mínimo de sal	3.5% sobre la humedad
F_0	0.1

Existe la evidencia de que un proceso térmico del mismo valor F_0 es más efectivo si la temperatura en el autoclave es más alta (ejemplo: un proceso térmico a 115°C es mejor que otro al mismo F_0 pero a 110°C). Bajo estas condiciones, en un producto bien elaborado, las pérdidas por cocción en la lata son pequeñas o insignificantes.

Embutidos secos y fermentados

Las variedades europeas incluyen:

Saucisson sec francés; ejemplos: Rosette, Jesús.

Dauerwurst, Rohwurst alemanes; ejemplos: Zervelat, Braunschweigerwurst.

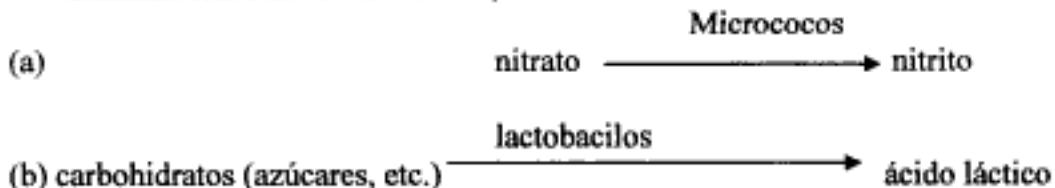
Stagionati crudi italianos; ejemplos: salami, coppa.

La producción se realiza en la forma siguiente:

- (1) La mezcla (recién congelada) se pica y amasa groseramente para no desarrollar una fuerte ligazón de agua por la carne magra, a causa del proceso de desecación que

sigue más tarde. Se utiliza sal pero no fosfatos. La grasa se ha de cortar limpiamente sin manchar (cortar en estado congelado, ya que al no ser calentado el producto a 40°C, el problema de pérdida de grasa no se presenta.).

- (2) Se adiciona un fermento bacteriano (cultivo iniciador) para iniciar dos fermentaciones simultáneamente;



Las fermentaciones se establecen a una temperatura de unos 26 °C y alta humedad (por ejemplo 95% de humedad relativa).

- (3) Bajo estas condiciones la fermentación (a) tiene lugar rápidamente al comienzo del proceso; el nitrito formado previene la alteración mientras no hay todavía suficiente ácido láctico procedente de la fermentación (b), que suprime los organismos de las alteraciones. La fermentación cesa después de 3-7 días, cuando se ha formado bastante ácido láctico (con pH aproximadamente de 4,5) para inhibir el crecimiento de lactobacilos o cuando el suministro de carbohidratos está agotado.
- (4) La humedad y la temperatura se reducen luego, por ejemplo a 16°C, 75% de humedad, originando la desecación del producto. Se desecha hasta una pérdida de peso de 20-40%, dependiendo de la receta; el contenido final de humedad es aproximadamente 30-35%. Esto precisa de 3-7 semanas, dependiendo principalmente del diámetro. Despues sigue un periodo de maduración aproximado de seis meses.
- (5) Se puede aplicar humo antes o durante la fase de secado.
- (6) Puede presentarse crecimiento de mohos sobre la superficie durante la fase de secado, deformación accidental o por cultivos introducidos deliberadamente. El moho se considera bueno para el sabor y olor y beneficioso para el periodo de secado.
- (7) La combinación de ácido láctico, bajo contenido de humedad (lo que significa baja actividad acuosa) y el contenido residual de nitrito, dan una larga vida de almacenamiento (1/2- 2 años o más) a las temperaturas ambientales. El nitrito residual también forma y estabiliza el color rojo intenso de la nitroso-mioglobina.

El procedimiento completo requiere un control cuidadoso con el fin de controlar las condiciones higiénicas, la temperatura y la humedad en cada fase.

Corned beef (carne conservada con granos de sal gorda)

Historia

En la mitad del siglo 19, la principal industria de Argentina y Uruguay era la producción y exportación de cueros de origen animal, para la confección de prendas de vestir y otros productos. Las canales de vacuno eran desechadas. Hacia el año 1847, Justus von Liebig inventó un procedimiento para hacer extractos de carne hirviendo carne magra con agua, separando el residuo sólido y concentrando la porción acuosa por evaporación (50 partes de carne dan 1 parte de extracto de carne con aproximadamente 18% de humedad). Este proceso utilizaba la carne previamente rechazada; el residuo sólido después de la extracción era desechado. Poco después, surgió un procedimiento

para la recuperación del residuo de carne hervida mezclándolo con 'corns' o granos de sal gorda o granos de nitrato sódico, enlatándolo y dándole un tratamiento térmico fuerte ($F_0 = 15-20$ o más). Esto era el "corned beef".

Después de la Segunda Guerra Mundial surgieron nuevos procedimientos para copiar el producto primitivo sin seguir el proceso completo. Productos como el *corned beef* son elaborados ahora en todo el mundo. Se parte de la carne no sometida al proceso de extracción, con más o menos grasa presente, curada con nitrito o nitrito+nitrato, con proporciones variables de agua añadida, y enlatado final. Se pueden utilizar sal y fosfatos en el proceso del curado y el proceso térmico puede ser suave.

Composición

El corned beef sudamericano, elaborado por el procedimiento original como se ha indicado anteriormente, tiene un contenido en carne aparente de 120-125% por análisis convencional basado en el contenido de nitrógeno. Esto es resultado de las pérdidas de agua y materiales solubles en el proceso de elaboración de extracto de carne. El contenido de grasa es bastante bajo (cerca del 15%). Otros *corned beefs* pueden tener mucho más bajos contenidos de carne e incluir más altos contenidos de grasa. Dependiendo de la naturaleza de los procedimientos utilizados, la textura puede ser más parecida aun *luncheon meat* que a un tradicional *corned beef*.

Tecnología

Los factores que rigen el rendimiento y el color del producto tradicional han sido estudiados sólo por los fabricantes. Es evidente que para ambas clases de *corned beef* las condiciones son completamente diferentes de las existentes en la mayor parte de otros productos cárnicos.

Los factores involucrados en la elaboración de los modernos productos son muy similares a los que rigen en *luncheon meat* o un embutido elaborado con carne vacuna.

CAPÍTULO 10 PRODUCTOS CÁRNICOS DIVERSOS

CARNES PICADAS Y PREPARADOS DE CARNE

A efectos legales en la UE el término 'Preparados de carne' se aplica a los productos compuestos de carne no cocida con o sin la adición de otros alimentos, condimentos o aditivos, procesados de forma que no se modifique la estructura interna celular de la carne; es decir, sin hacer desaparecer la estructura de la carne fresca. Las hamburguesas con alto contenido en carne, diversos embutidos y algunos de los productos mencionados más abajo caen dentro de esta categoría.

'La carne picada' se refiere a la carne fresca pasada por una picadora; no incluye la carne recuperada mecánicamente (CRM)

CARNES INYECTADAS

(a) Piezas grandes de carne, carne de aves, porciones de aves, etc. se pueden inyectar con soluciones de sal, polifosfatos, condimentos, etc., con los efectos siguientes:

- El rendimiento del producto no cocido, es decir el peso ofrecido para la venta aumenta.
- El rendimiento al cocer también se incrementa, aunque solo se inyecte agua; con sal y /o polifosfatos se incrementa en mayor medida.
- La jugosidad del producto cocido aumenta.

Es preciso recordar, que según la legislación actual, las adiciones de agua por encima del 5%, deben declararse en la etiqueta.

- (b) Las carnes de aves que se enfrian en agua o agua-hielo aumentan en peso. Las disposiciones de la UE regulan la higiene de los procedimientos y limita la cantidad de agua captada por pollos, gallinas y gallos al 6%; cifras más bajas se aplican a los pavos más grandes, etc.
- (c) La carne en general, y las de aves en particular, se pueden inyectar con mantequilla, aceite, etc., para suministrar sustancias grasas durante la cocción y mejorar su sabor y olor, o con caldos especialmente preparados, salsas, etc. Estos procedimientos están generalmente protegidos por patentes.

En todos estos casos se ha de tener en cuenta que el procedimiento de inyección puede introducir contaminación que causa peligros o reduce la vida de almacenamiento. Se debe prestar atención a:

- Limpieza regular y frecuente del equipo.
- Temperaturas de las soluciones inyectadas y equipo utilizado en el proceso de inyección.
- Posibilidades de contaminación de las soluciones inyectadas, especialmente si la solución es reciclada o mantenida durante períodos excesivos. En caso de reutilización de las soluciones, puede ser necesario proceder a su filtración, tratamiento por ultravioleta, centrifugación, etc.

CARNE (INCLUYENDO LA DE AVES) CON RELLENOS

Los rellenos de las carnes se hacen habitualmente con pan rallado, sebos y hierbas apropiadas; el agua se adiciona inmediatamente antes de la utilización. Por ejemplo:

Pan rallado	50
Sebos en fragmentos	45
Hierbas desecadas	5
	<hr/> 100
Agua añadida	100-150

El relleno se puede introducir dentro del producto, utilizando, por ejemplo una embutidora.

Han de observarse las posibilidades de introducir contaminación vía relleno, equipo, etc., especialmente si el relleno húmedo se demora en el procedimiento. La vida de almacenamiento del producto puede estar limitada por la vida de almacenamiento del relleno húmedo.

CARNES ENLATADAS

Ya estudiadas anteriormente.

PRODUCTOS REBOZADOS Y EMPANADOS

Esta categoría puede incluir:

- Porciones de pollo, carne de cerdo o chuletas de cordero.
- Porciones o 'barritas' hechas con carnes picadas
- Albóndigas, croquetas, etc.

Integridad del producto

Resulta necesario que el producto rebozado permanezca intacto por sí mismo; no se puede esperar que el recubrimiento mantenga unido un producto desmenuzable:

- Las porciones de carne, chuletas, etc. no presentan ningún problema.

- Las "barritas" y otros productos se pueden preparar y vender al estado congelado para mantenerlos intactos.
- Las albóndigas, croquetas, etc., se elaboran habitualmente con patata, harina u otros ligantes a fin de asegurar que las pequeñas porciones formadas se mantengan unidas antes y después de la cocción.

Productos rebozados

Pastas para rebozado de productos cárnicos

Estas pastas de recubrimiento de productos cárnicos pueden ser:

- El recubrimiento principal del producto, sin ninguna capa de pan rallado. La pasta debe tener una viscosidad apropiada para aplicarla en una capa del grosor requerido, y algunas veces se intenta que "esponje" al cocer dando una capa ligera y aireada. La composición básica incluye harina, agua y levadura. Puede incluir leche, huevos u otras proteínas solubles para dar 'cuerpo'.
- Una capa adhesiva para mantener en su lugar un empanado.

Pan rallado para rebozados, empanados y capas protectoras

Existen marcas patentadas. Puede ser importante la textura y distribución de tamaños. Puede estar coloreado o condimentado.

Aplicación

Existen máquinas combinadas de rebozado y empanado. El producto pasa a través de un transportador, se le recubre con la pasta fluida, que cae como una película delgada o cortina desde un depósito situado encima del transportador; luego es recubierto con pan rallado seco, que desciende desde un depósito similar. Los sobrantes de pasta y pan rallado se recirculan con las bombas apropiadas. Existen dispositivos para soplar o agitar el exceso de material suelto de los productos rebozados, y eliminar los trozos de las migajas recirculadas.

Fritura

El rebozado puede ser aplicado a la vez que se elabora, habitualmente por la fritura. El transportador procedente de la máquina de rebozado y empanado, pasa a través de un baño de aceite comestible caliente.

La temperatura del aceite es ordinariamente 180-190°C; la aparición del humo (200°C o más alta) indica que la temperatura es demasiado alta, causando deterioro del aceite.

El aceite debe ser eficientemente filtrado para eliminar las materias sólidas, que de otra manera acelerarían su destrucción. Los filtros deberán ser vaciados y limpiados diariamente.

Bajo condiciones normales de utilización, el aceite fresco se añade para reemplazar el aceite absorbido por el producto. Esto tiende a mantener la calidad media del aceite en la freidora. No obstante, el enranciamiento se incrementará con el tiempo y todo el aceite del freidor deberá ser reemplazado cuando sea necesario (ejemplo si el humo se observa a más baja temperatura que la normal o cuando los ácidos grasos libres exceden algún límite especificado, habitualmente 2% como ácido oleico). La utilización intermitente acortará la vida de trabajo del aceite.

EMPANADAS DE CARNE

El cuadro 10.1 nos presenta una extensa variedad de empanadas de carne. Una variedad de tipos de empanadas se hace en el RU, como se indica en el Cuadro 10.1.

Cuadro 10.1 Características de las empanadas de carne.

Tipo de empanada	Llenado	Pasta	Cocción y consumo
Consumo en frío (ejemplo 'empanadas de cerdo')	Embutidos sólidos o luncheon meat + gelatina y relleno	Bases y tapas con grasas finamente divididas, o pasta hervida	Cocido en horno después de la elaboración; consumo en frío
Consumo en caliente (ejemplo empanadas de carne y salsa)	Carne, etc., con salsa	Bases con grasas finamente divididas; tapas con grasas finamente divididas o grasas laminadas	Cocidas en horno después de elaborar; consumidas después de recalentar
Empanada escocesa	Carne, etc. con salsa	Pasta hervida	
Congelada	Usualmente carne, etc. Con salsa	Fondos con grasas finamente divididas; tapas con grasas finamente divididas o grasas laminadas.	Vendida sin cocer; cocida antes de consumir
Rollos de embutidos	Carne de embutidos o similar	Grasas laminadas; algunas veces con grasas finamente divididas	Cocida en horno después de elaborar, consumida en frío o después de recalentar, o no cocida en horno, congelada, cocida en horno antes del consumo.
Vole-au-vents	Carne, etc. con salsa	Grasa laminada	Cocida en horno después de elaborar; consumida en frío o después de recalentada
Pastas	Carne y vegetales con o sin una salsa gruesa	Grasa laminada o formada alrededor del llenado	Como los rollos de embutidos

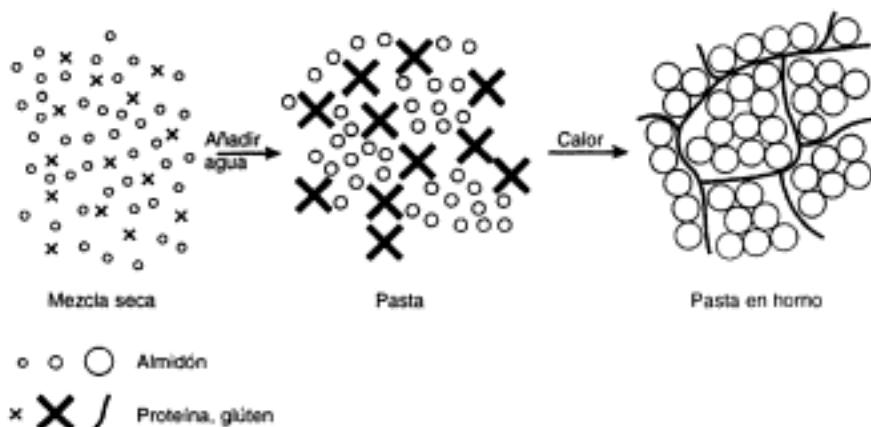


Figura 10.1 Formación de la pasta de harina.

Pastas

Composición

Pasta de harina o pasta comprende, esencialmente, harina más aproximadamente 30% de agua (más alguna sal, para dar sabor y olor). El agua es captada por:

- La proteína (gluten) para formar una matriz dura y viscosa.
- Los gránulos de almidón.

Al calentar, la estructura del gluten pierde agua, se coagula y se hace dura y rígida; los gránulos de almidón absorben algo de esta agua, se gelatinizan y permanecen blandos, embebidos en el gluten. (Ver Figura 10.1).

• La grasa rompe la estructura del gluten.

Pasta con grasa dividida

Se elabora mezclando la grasa finamente dividida (ver la Figura 10.2.), dando una pasta de muy bajo contenido en grasa cuando está húmeda, y una pasta desmenuzada cuando seca.

Pasta con grasa laminada

Se hace laminando la grasa con una pasta con muy bajo contenido en grasa; esto se hace al plegar y enrollar varias veces (ver la Figura 10.3). La grasa laminada se puede adicionar al comienzo del estado de enrollamiento o puede mezclarse de antemano groseramente con la pasta. La grasa (tocino o margarina de panadería) debe ser razonablemente plástica; no demasiado blanda o las capas se romperán.

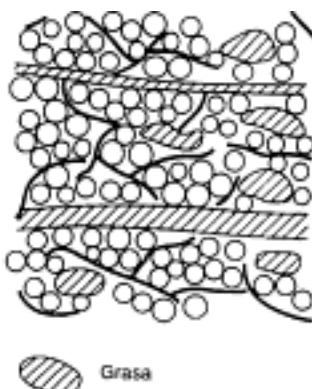
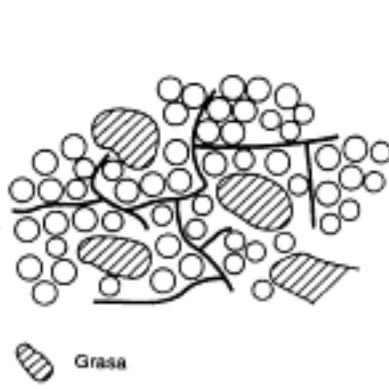


Figura 10.2. Pasta con grasa laminada. **Figura 10.3 Pasta con grasa dividida.**

En la cocción, el vapor se acumula en las hojas de grasa y lleva la pasta aparte en capas. Cuanto más capas y más delgada sea la pasta, mayor es la laminación.

Cuadro 10.2. Temperaturas apropiadas en la cocción de las empanadas.

Temperaturas °C	Almidón	Gluten
5-10	-	Rápida hidratación a pastas fibrosas
52	Comienza la hinchazón	-
62	-	Coagulación empieza; alguna pérdida de agua
70	Rompimiento de granos; la gelatinización comienza	-
74	-	Coagulación irreversible; gran pérdida de agua
93	Gelatinización completa	-
<i>Cocida en horno a 150</i>	-	Se cuece a masa compacta dura
<i>Cocida en horno a 230</i>	-	La evolución rápida del vapor de agua da masa friable crujiente

Típicas recetas de pastas

	Bajo contenido en grasa	Grasa laminada
Harina	70	70
Grasa	30	35-50 (pastas 25-35, laminadas 10-20)
Sal	1,5	1,5
Aqua	22	22-30

Las pastas calientes se elaboran con agua caliente o hirviendo y con grasa como para pastas de bajo contenido en grasa. Esto gelatiniza algo del almidón en la fase de mezcla, haciendo la pasta más rígida. Se emplea tradicionalmente para empanadas grandes, moldeadas manualmente.

Reposo

Las pastas de gluten son plásticas y fácilmente estiradas, formadas, moldeadas, etc., pero inmediatamente después del estiramiento o 'trabajado' resultan también muy elásticas, por lo que:

- Si se sueltan (por ejemplo desde el estiramiento), tienden a retroceder, distorsionarse, y se resisten a posteriores cambios de forma.
- Si se meten en horno en este estado, se encogen y llegan a ser duras.

Al reposar, la elasticidad desaparece: la pasta vuelve a ser plástica de nuevo y se puede moldear, etc. como antes. Si se mete al horno en este estado, la pasta no encoge o se hace dura. Por tanto, para asegurar la ausencia de distorsión de la forma o géneros cortados, y ausencia de dureza al cocer, la pasta deberá reposar después de que haya sido trabajada: ejemplo, de 30 a 60 minutos después del enrollado; $\frac{1}{2}$ hora entre formación de empanadas y cocción en horno.

La utilización de agentes relajantes (cisteína, bisulfito sódico, varias preparaciones de soja) puede reducir la necesidad de reposar pero también proporciona pastas más blandas.

Reutilización de sobras de pasta

Grandes cantidades de sobras se producen en todas las operaciones de corte y formado. Por ejemplo al cortar círculos de una hoja rectangular, se obtienen 25% de desechos, aproximadamente. Las sobras se incorporan normalmente en una pasta fresca. No obstante, se han de observar los puntos siguientes:

- Se dejará reposar las sobras, o mezclarlas con ácido ascórbico en una mezcladora de alta velocidad
- Se podrán utilizar las sobras para pastas con bajo contenido en grasa, no grasa laminada.
- Las sobras son menos frescas que la nueva pasta y tienen recuentos microbianos más altos.

Especialmente en tiempo caluroso, las incorporaciones continuadas de sobras conducirán al agriamiento de la totalidad. Hay que controlar la calidad de las sobras (por ejemplo, el pH no deberá estar debajo de 6,4) y cuando estén muy deterioradas rechazarlas. Estas pastas rechazadas, se pueden cocer en horno, moler y utilizar como relleno. Esto es habitualmente necesario una o dos veces por semana. No aplazarlo a un final de semana.

Elaboración de empanadas

Una línea típica comprende:

- Un dispositivo para cortar tapas de las hojas de pasta.

- Moldes y matrices para formar fondos ('bloqueos'), desde esferas de pasta suministrados por un divididor de pasta o de una hoja de pasta.
- Llenador, en dos fases si es necesario, ejemplo para trozos de carne y salsas.
- Un dispositivo para aplicar y sellar las tapas a los fondos.
- Glaseado, si es necesario.

La mayor parte de las máquinas de empanadas combinan varias de estas fases.

Relleno de empanadas

Rellenos sólidos de las empanadas de consumo en frío y rollos de embutidos.

La tecnología de la fabricación es como para la carne de embutidos o *luncheon meat*. El nitrito sódico (ejemplo 100 ppm) se incluye en algunas recetas para dar un color rosado a la empanada cocida. La **gelatina** (si se necesita) requiere, por ejemplo, 6% de gelatina (procesada ácida o alcalina) o 4% de gelatina (alcalina solamente), más 2% de agar. Se debería seguir el procedimiento:

- Conservar la solución a 80-90°C antes de la inyección; a temperaturas más bajas existe el riesgo de crecimiento microbiano; hirviendo la solución pierde fuerza el gel.
- Inyectar la solución caliente dentro de las empanadas después de la cocción en el horno, cuando la pasta se ha enfriado. Dejar enfriar hasta que la gelatina se solidifique, antes de manejarla; de otra forma hay riesgo de que la pasta absorba gelatina, lo originaría esponjosidad.
- La utilización del agar aumenta la temperatura de asentado y permite que las empanadas se manejen más pronto.
- Idealmente, la temperatura en el centro de la empanada debería ser 24°C durante la gelatinización, y el enfriamiento de la empanada se debería completar inmediatamente después.

Rellenos de carnes con salsas, para las empanadas de consumo en caliente, pastas, etc.

La carne cortada en cubos y la prepicada se someten juntas a cocción, habitualmente en sartenes de cocción abiertas superiormente, con agua y condimentos. Los vegetales, y carnes menos duras, ejemplo riñones, se añaden luego. Después de una nueva cocción, se usan los aditivos de almidón para espesar la masa..

Una cocción adecuada de cebollas y harina es esencial a fin de evitar alteraciones rápidas del relleno, particularmente si éste tiene que ser almacenado antes de usarlo.

Manejar y llenar a temperaturas no menores de 72°C. Conservar en agitación para evitar la separación de los componentes.

Cocción en horno

Requerimientos (ver la Figura 10.4).

Para cocer en horno la cubierta de la pasta, se sugieren las siguientes temperaturas en el horno:

- Para las pastas con poca grasa, empezar a 148 °C; subir a 177 °C.
- Para pastas de grasa laminada partir de 232 °C; elevar a 246 °C.

Para calentar el relleno, cocer y esterilizar con una temperatura en el centro de 85°C. Los tiempos dependerán del tamaño de la empanada.

Se ha de tener en cuenta que las empanadas que han sido congeladas o almacenadas bajo condiciones de refrigeración, precisan períodos de cocción más prolongados, al menos que se calienten primero.

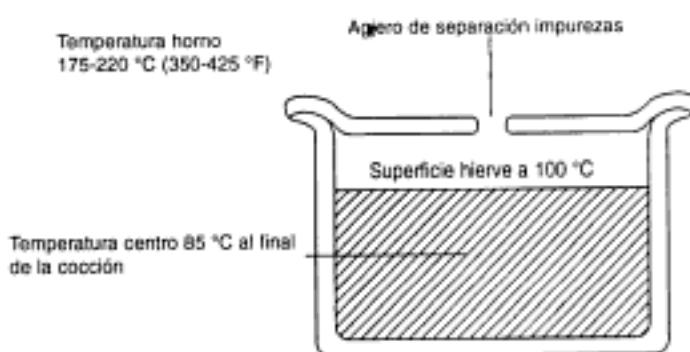


Figura 10.4 Temperatura de la empanada en el horno.

Ebullición

Si el relleno de la empanada hiere en la superficie durante la cocción en horno y forma una espuma estable, burbujas y líquidos se pueden salir a través de la abertura superior (ver la Figura 10.4). Si la abertura se bloquea, la tapa se puede levantar cuando el contenido hierve.

Possibles causas y medidas preventivas son:

- Espacio de cabeza demasiado pequeño; no sobrellenar.
- Relleno demasiado espeso:
 - o Reducir la viscosidad, etc., del relleno para reducir la tendencia a formar espuma.

- Cambiar los almidones, harinas u otros espesantes en la salsa.
- Reducir o aumentar en gran medida la precocción de la salsa para volverla menos espesa.
- Las pérdidas de grasa algunas veces están asociadas con una tendencia creciente a espumar; ver el Capítulo 2 con los métodos generales para reducir las pérdidas de grasa.
- Calentamiento demasiado rápido en la superficie del relleno; reducir la temperatura del horno.

Enfriamiento

El rápido enfriamiento es esencial para una buena calidad de conservación. El enfriamiento al vacío es un procedimiento muy efectivo pero su coste es alto. El enfriamiento se logra habitualmente con aire en circulación. Los problemas encontrados son los siguientes:

Higiene

El aire en el departamento de empanadas probablemente está contaminado, en particular con mohos procedentes de la harina. Lo mejor es disponer de un área separada de enfriamiento, si es posible, para reducir al mínimo la contaminación. Idealmente, utilizar aire filtrado.

Condensación

Esto fácilmente conduce al esponjamiento y al crecimiento de mohos y a la aparición de alteraciones. La mayor parte de las causas probables son:

- Insuficiente enfriamiento antes del envasado, lo que produce una 'niebla' en el interior de la película del envase.
- Insuficiente enfriamiento y/o fluctuaciones de la temperatura al terminar la producción, lo que conduce a que se forme humedad en la cara interna de la tapa, originando crecimiento de mohos dentro de la empanada
- Crecimiento de mohos en sitios diversos de la fábrica, lo que origina suministra fuentes de contaminación del producto.

Enranciamiento

En pastas de empanadas cocidas al horno, la capa externa tostada se hace más blanda por la transferencia de humedad procedente de las capas interiores. Este proceso se retraza cuando la temperatura de almacenamiento es baja, que hace que la transferencia de humedad sea más baja.

No obstante, una segunda forma de enranciamiento o endurecimiento, es máxima a temperaturas alrededor de 0 °C. Esto se debe a la cristalización del almidón gelatinizado, causando una textura seca dura como en el pan duro.

Congelación

Empanadas no cocidas en horno

No surgen problemas especiales en este caso.

Empanadas cocidas en horno

Congelar y descongelar rápidamente. Ningún enranciamiento tiene lugar cuando el agua en la pasta está congelada, pero la condensación de la humedad del aire (ejemplo durante la descongelación) puede causar ablandamiento.

Descongelación

Resulta difícil asegurar un mínimo tiempo de +1 a +7°C durante la descongelación. La descongelación controlada en aire más caliente puede ser provechosa, o el recalentamiento donde es apropiado. Por estas razones, las empanadas cocidas, etc., no son habitualmente congeladas.

Almacenamiento y transporte

Empanadas no cocidas, no congeladas

No surgen problemas especiales. Las temperaturas serán tan bajas como sea posible. Las empanadas glaseadas llegan a romperse si la temperatura es demasiado baja.)

Empanadas no cocidas, congeladas

No aparecen especiales problemas. Se aplica el normal manejo de congelados.

Empanadas cocidas en horno

Para el relleno la temperatura debería ser tan baja como fuera posible; para la pasta no debería estar por debajo de 7°C. Una temperatura de 7°-10°C se considera un compromiso aceptable.

Crecimiento de mohos

Las condiciones para el crecimiento de hongos dentro de las empanadas se muestran en la Figura 10.5.

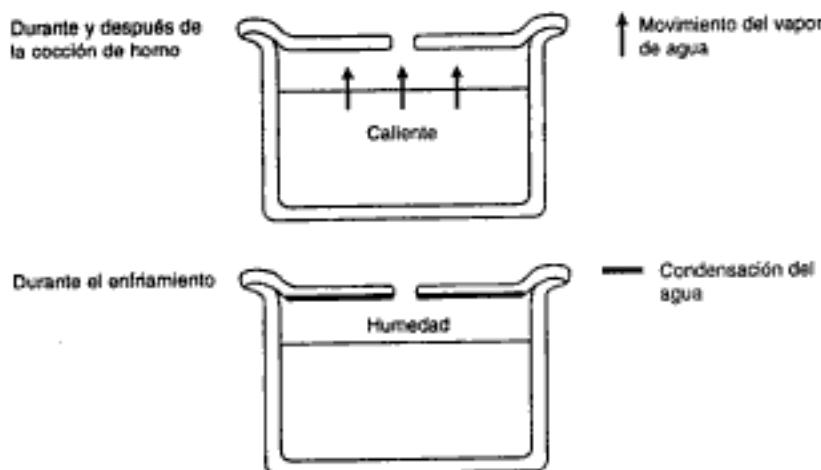


Figura 10.5 Condiciones para el crecimiento de mohos dentro de una empanada.

Si el enfriamiento es incompleto:

- Se producirán más condensaciones.
- Los mohos crecerán donde la pasta se ha humedecido por condensación.

El crecimiento de mohos en las empanadas es una causa común de rechazo; debería siempre ser tomado como una indicación de mal manejo por control inadecuado de la temperatura.

PRODUCTOS ELABORADOS CON RECORTES, DESPOJOS, ETC.

Consideraciones generales

Se pueden elaborar muchos productos con recetas tradicionales utilizando despojos comestibles y recortes de carne. Algunos de ellos son especialidades muy apreciadas, aunque habitualmente en mercados muy localizados. En muchos lugares, no obstante, la aceptación por parte del consumidor de productos a base de despojos es baja y hay poco campo para los productos de esta clase.

Desde el punto de vista del fabricante (grande o a pequeña escala) es conveniente tener al menos un producto que se pueda elaborar a partir de despojos u otros productos (comestibles y sanos), tales como los recortes de carne, cortezas y cartílagos, productos dañados o deformados, exceso de pastas de la fabricación de empanadas, etc. No es preciso que la receta dependa enteramente de tales materiales; idealmente debería ser posible incluirlos en cantidades variables, dentro de límites bastante amplios, sin afectar significativamente a las propiedades y calidad del producto final.

Las recetas citadas en esta sección intentan sólo dar una indicación sobre una elaboración simple de diversos productos. En la práctica, son posibles muchas variantes.

Se ha de notar que existen algunas restricciones legales sobre los despojos que se pueden utilizar, especialmente por el problema surgido por la aparición de las encefalopatías espongiformes transmisibles (EET) de los animales. En la Unión Europea, determinados despojos de vacuno y ovino son en efecto excluidos de la utilización en productos cárnicos para el consumo humano.

Morcillas (embutidos de sangre)

El Cuadro 10.3 nos da una receta típica para una morcilla. El producto utiliza la sangre del matadero, habitualmente en los lugares donde el matadero y la planta elaboradora están unidas (no se utiliza ordinariamente sangre almacenada o transportada) y donde hay un mercado tradicional. En el España, la producción y el consumo de morcillas está muy generalizado.

El producto se mantiene firmemente unido por la sangre coagulada por el calor. Entre los productos utilizados según regiones, está el pan, harinas, etc..

Cuadro 10.3 Receta de morcillas.

	%
Sangre	48
Grasa en cubos (sebo vacuno o grasa intestinal de cerdo)	24
Cebada cocida, harina o pan	18 ^{1,2}
Sal	5
Cebollas	3
Especias	2
	100

Notas

1 Aproximadamente cereal seco 5, agua 13

2 Algunos materiales de empanadas desechados, se pueden incluir

Procedimiento:

Mezclar los ingredientes, embutir en tripas anchas, cocer en baño de agua caliente a 82 °C.

Problemas

Manejo de la sangre fresca

Se pueden utilizar anticoagulantes; si no, la coagulación puede tener lugar, dando un material que no puede ser conveniente para manejar en la fase de mezcla.

Infracocción

Es una indicación del pobre control en fábrica, y puede conducir a un rápido agriado.

Crecimiento de mohos

Posiblemente provengan de materias primas defectuosas, pero es más probable que sea Debido a los efectos de la condensación después de la cocción.

Color

El color deberá ser castaño muy oscuro o negro, con trozos blancos de grasa.

- Si el color es gris-verde, la causa es aire en exceso en el producto.
- Si el color es rojo, posiblemente se debe a una cocción que no ha alcanzado la temperatura correcta, *pero* el centro del producto puede estar rojo aun después de la cocción normal. Esto es probablemente una versión del color rojo encontrado en el centro de algunas carnes no curadas cocidas, debido a una forma reducida del pigmento cocido. En algunos casos parece que está asociado al uso de anticoagulantes.

Pérdida de grasa al cocer

Las pérdidas de grasa son probablemente el resultado de:

- Cortado defectuoso en cubos y excesivo daño a la grasa.
- Mezcla incompleta; los cubos individuales de grasa deberán estar completamente incluidos en la mezcla de sangre.

Productos elaborados principalmente con despojos

En todos los países existen productos hechos a partir de despojos (tráquea, pulmones, corazón, bazo, etc.), mezclados con otros ingredientes tales como sebos, recortes de grasa, harina, pan, sal, pimienta y otras especies, etc., que se embuten en estómago de ovino o de cerdo, u otras tripas, y se cuecen en agua hirviendo (unos 50-240 minutos), dependiendo del grosor.

El Cuadro 10.4 nos presenta la receta de uno de estos productos.

Problemas

Estos comprenden agriado y crecimiento de mohos (ver en morcilla anteriormente).

Cuadro 10.4 Receta de un producto a base de asaduras.

Asaduras (tráquea+pulmones+corazón+bazo (ver página 22)	53
Sebos, recortes de grasas, etc.	17
Harina	6
Agua o caldo	20
Sal y pimienta	2
Cebollas	2

Andouillette

Este es un producto francés donde se utilizan los estómagos e intestinos de cerdos. Se hace en muchas variantes variación en cuanto al número y proporción de ingredientes, las condiciones de cocción y su forma de presentación, pero esencialmente es una

mezcla de estómagos e intestinos (33-45% de estómagos según la disponibilidad), con o sin precocer, se pican y amasan, y luego se cuecen en agua hasta una ternura razonable (típicamente durante 4 horas a 90°C).

Productos elaborados con recortes y despojos

Hay muchos productos que se hacen hirviendo en agua una mezcla de diversos productos de origen cárnico. Como siempre se trata de aprovechar el animal. Según los países, estos productos reciben nombres diversos. Los recortes y despojos que se aprovechan son:

- Huesos.
- Cortezas, cartílagos, etc.
- Carne de cabeza, orejas, patas, etc.
- Otros recortes con alto contenido en tejido conectivo.

Hay productos que se elaboran principalmente de papadas de cerdo deshuesadas.

Se debe utilizar bastante agua para conseguir un caldo con alto contenido de gelatina; por ejemplo, utilizar dos o tres veces tanta agua como materia sólida y hervir hasta la mitad del volumen original. Se puede añadir vinagre para mejorar la hidrólisis. Se puede añadir gelatina (ejemplo 1% en el producto final) para mejorar la fuerza del gel.

Los productos pueden contener también carne cocida, pan, etc. *o bien* se pueden clarificar con clara de huevo o plasma sanguíneo para dar una gelatina que rodea los trozos de la carne cocida, etc. Tales productos se curan mediante la adición de 150-200 ppm de nitrito sódico a la carne cocida.

Cuadro 10.5 Rectas típicas para productos elaborados con recortes y despojos.

	Haslet %	Saveloy, polony %	Faggot, savoury duck %
Recortes de carne Despojos ¹	75 ¹	70	70
Bizcochos	9	7	18 ³
Material de empanadas	-	-	
Agua	12.5	18	28
Sal	2.5	4.5	2
Hierbas, especias	1.5	0.5 ⁴	2 ⁵
Procedimiento	Picado- amasado grueso, Moldear en cubos, etc. Cubrir con grasa de redaño; asar, ejemplo 150°C	- picado – amasado grueso. Embutir en tripas de embutidos. Ahumar si es preciso. Cocción en aire húmedo o agua caliente, ejemplo 15 minutos a 80°C	Picar-amasar, moldear en esferas. <i>O bien:</i> (a) cubrir con grasa de redaño, asar, ejemplo a 150°C (b) envasar en bandejas, etc. con salsa, cocer en estufa En cualquiera de los dos casos, cocción hasta temperatura central 70-75°C o más alta

Notas

1. Al menos 35-50% de carne magra

2. Despojos "blancos" de cerdo; pueden o no pueden estar incluidos en la receta.
3. Proporciones variables de pan, harina y material de residuos de empanadas.
4. Incluye sabor y olor a humo, si el producto no va a ser ahumado.
5. Normalmente cebolla.

Rollitos, croquetas, etc.

Se hacen con carnes cocidas (por ejemplo 10-20%), habitualmente picadas, con harinas, almidón, patatas, etc. Se moldean en la forma adecuada y se recubren con pan rallado. La integridad del producto depende de la ligazón de los almidones cocidos.

Si se menciona la carne en el nombre del producto, se necesita declarar su contenido. (La declaración se refiere a la proporción de carne no cocida utilizada en la producción de 100 partes de producto final. Si esto no se conoce, asumir que 100 partes de carne cocida proceden de 125 partes de carne cruda).

Pudding blanco.

Es una especialidad local de Irlanda, Escocia y algunas partes de Inglaterra. Consiste en harina de avena remojada en agua y sebo de vacuno, embutido en tripas y cocido en agua hirviante. El producto se mantiene unido por la harina de avena.

Una receta típica escocesa es como sigue:

Harina de avena remojada	48
Sebo vacuno	44
Puerros	6
Sal	2

Sandwiches, platos preparados, etc.

Existe una amplia variedad de productos alimenticios de corta vida de almacenamiento, en los cuales la carne o el producto cárnico es uno de los ingredientes pero no necesariamente el más importante. Los otros ingredientes presentes- ejemplo pan y mantequilla en un sandwich, vegetales y salsas en un plato preparado- tendrán diferentes propiedades, diferentes vidas de almacenamiento, y diferentes necesidades de almacenamiento de uno a otro y según las clases de carne. Las fórmulas de tales productos complejos, y la especificación y control de su envasado y las condiciones de almacenamiento, transporte y exposición, requieren un considerable conocimiento de la tecnología de alimentos.

CAPÍTULO 11 CONTROLES DE FABRICACIÓN, COMERCIALES Y LEGALES

CONTROLES DE FABRICACIÓN

Cada proceso de fabricación debe estar correctamente controlado, con el fin de elaborar productos:

- De la composición exigida,
- De calidad constante.

‘Calidad’ significa:

- Conformidad con las especificaciones establecidas.
- Estar dentro de las tolerancias acordadas de variabilidad para cada lote.

Las especificaciones deberán ser convenidas de antemano:

- Por todos los departamentos relacionados dentro de la compañía.
- Por los propios clientes (que pueden efectivamente algunas veces establecer sus propias especificaciones).

Buenas Prácticas de Fabricación (BPF)

Para lograr todo lo mencionado más arriba, es esencial seguir lo que se ha dado en llamar *buenas prácticas de fabricación*, que son:

‘...que cada aspecto de la elaboración esté completamente especificado de antemano incluidos todos los recursos y medios de producción. A saber:

- Medidas y precauciones en los puntos críticos de control basados en el análisis de riesgos.
- Instalaciones y espacio adecuados.
- Equipo mantenido correcta y adecuadamente.
- Personal entrenado convenientemente.
- Materias primas y materiales de envasado, de la calidad adecuada.
- Almacenes y medios de transporte adecuados.
- Procedimientos de trabajo y planes de limpieza, escritos.
- Dirección y supervisión competentes.
- Suficientes servicios técnicos, administrativos y de mantenimiento, en los tiempos y lugares indicados, y empleándose conforme a lo deseado.

Citado con permiso de IFST. *Guide to Good Manufacturing Practice*, que puede obtenerse de IFST, 5 Cambridge Court, 210 Shepherd's Bush Road, London W6, 7NJ.

La Guía IFST pasa luego a elaborar los pasos que se necesitan tomar por la dirección, especialmente incluyendo la alta dirección, para asegurar que todos los requerimientos se logran.

Al menos los siguientes necesitan recordarse y seguirse rutinariamente:

- Recetas escritas e instrucciones de elaboración para cada producto, disponibles inmediatamente en el punto de utilización.
- Métodos e instrucciones para limpieza e higienización del equipo y locales, disponibles en los pertinentes puntos de utilización.
- Registros completos (pero simples) de todas las operaciones realizadas.
- Un sistema de **trazabilidad**, por el cual la fecha de adquisición, la fuente y, siempre que sea posible la historia previa completa de cada canal de carne, lote de carne elaborada u otra materia prima estén claramente conocidas y registradas.
- Un **manual de calidad** en el que estén claramente explicados:
 - Los procedimientos precisos y el personal responsable para cada operación desde la adquisición de materias primas a la colocación de los productos y de todos los desechos.
 - Procedimientos para la identificación y corrección de los errores y la colocación del material defectuoso (esta función de 'control de calidad' se puede ejercer por un departamento independiente de la elaboración o –mejor- con controles aplicados directamente por el personal de fabricación).
 - Un sistema de auditorías internas regulares para registrar que todos los procedimientos se siguen correctamente y se asegura la acción correctora cuando ésta es necesaria.

Si todas estas cosas se hacen correctamente, los productos obtenidos serán de calidad, y la posibilidad de defectos o errores en la fabricación serán mínimos. De esta manera, tendremos clientes satisfechos y, las autoridades encargadas de velar por la seguridad alimentaria verán muy facilitada su tarea de inspección y control.

Además de mantener unos procesos de elaboración correctos y con una alta calidad higiénica, es necesario tener la documentación para confirmar que todos los puntos relevantes se han satisfecho. Esto es importante, ya que si se encuentra algún producto o supuesto que está contaminado o alterado o fuente de infección e intoxicación alimenticia, causando perjuicios y conduciendo a una amenaza de procesamiento legal, El fabricante el fabricante tendrá toda la información y documentación necesaria para defenderse y podrá demostrar:

- Que el desperfecto no fue causado por él.
- Que él había previsto la posibilidad de presentación de tal desperfecto y **había tomado las medidas necesarias para prevenirlo** - como se evidenciaba por el procedimiento escrito y el manual de calidad.
- Que él **había demostrado la diligencia debida** para aplicar los procedimientos – como se evidenciaba de los registros escritos y auditados.

Códigos de Prácticas

Para organizar y hacer las cosas requeridas conducentes a las buenas prácticas de fabricación existen varios Códigos de Prácticas aplicables que deberán seguirse.

Un Código de Prácticas es un documento convenido entre fabricantes y autoridades legales y expone 'los procedimientos reconocidos, prácticas y estándares que debe seguir un buen fabricante de alimentos...en los intereses generales de eficiencia, seguridad, buen manejo y creación de productos alimenticios de alta calidad'.

Se consideran que existen de tres clases de códigos de prácticas, como se indica seguidamente:

Códigos de Prácticas de la Industria de la Carne

Estos Códigos establecen métodos de fabricación y estándares para los productos cárnicos terminados, convenidos por los representantes de la industria como razonables, realizables en la práctica y comercialmente viables.

En España existen unas normas de calidad aplicables a cada producto cárnico fabricado, que son de obligado cumplimiento por los fabricantes. Hay normas de calidad referentes a:

Canales de vacuno, porcino y ovino.

Normas técnicas de marcado de las canales y despojos.

Normas de calidad para los productos cárnicos embutidos crudos-curados.

Norma de calidad para chorizo, chistorra, salchichón, salami, lomo embuchado, lomo adobado de cerdo, productos cárnicos tratados por el calor, fiambres de lomo, jamón cocido, jamón ibérico, fiambre de jamón, paleta cocida, fiambre de paleta, gelatinas comestibles, tocino salado, panceta curada, carnes picadas, preparados de carne, tripas naturales, etc.

En estas normas de calidad se indica la definición, composición, clasificación, aditivos autorizados, envasado, etc., de los distintos productos cárnicos.

Códigos de Prácticas de la Industria Alimentaria

Estos Códigos se redactan por órganos tales como la Federación Española de Industrias de la Alimentación y Bebidas (FIAB), y otros órganos nacionales e internacionales como el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), las directivas de la Unión Europea, la Organización Mundial de la Salud (OMS.), etc.

Condiciones sanitarias de producción y comercialización de carnes frescas, productos cárnicos y otros determinados productos de origen animal

Siguiendo las directivas de la Unión Europea, se han publicado en el Boletín Oficial Español, las condiciones sanitarias de producción y comercialización de:

Carnes frescas.
Productos cárnicos.
Carnes de aves domésticas y caza.
Tratamiento de despojos.
Etc.

En esta legislación se incluye: definiciones de los productos (carnes, canales, carnes frescas, carnes separadas mecánicamente, productos cárnicos, chicharrones, embutidos, platos cocinados cárnicos, salazón, curado, secado, etc.). También incluye:

Higiene del personal, de los locales y del material.
Envasado y embalaje de los productos.
Almacenamiento y transporte.
Inspecciones y controles de materias primas, de la industria y de los productos acabados.
Etc.

CONTROLES COMERCIALES

Control de costes y de recetas

Es esencial evidentemente que en algunas operaciones de fabricación los costes de los materiales, trabajo, servicios y capital deban mantenerse dentro de límites rentables. Esta materia no obstante cae en su mayor parte fuera del alcance de este libro.

Se ha de observar, no obstante, la contribución que los programas de formulación del mínimo costo con ordenador pueden tener para minimizar los costes de los ingredientes. En estos programas, los valores para los contenidos de grasa y agua, valores de 'ligazón' y otras propiedades de una serie de piezas de carne, son colocados contra sus precios actuales, para obtener mediante ordenador la receta más económica de un producto dado e indicar las cantidades de cada material que serían comprados para una semana de producción, por ejemplo.

Controles ejercidos por los clientes minoristas

Una industria que suministra productos cárnicos a un supermercado u otros clientes minoristas, puede ser requerida para demostrar que:

- El producto elaborado por ellos es conforme con las especificaciones convenidas al principio, tanto si fueron dictadas por el cliente o propuestas por el abastecedor.
- La industria cumple diligentemente todos los procedimientos necesarios para obtener productos de calidad, sanos y comestibles, de acuerdo con las buenas prácticas de fabricación (BPF).

CONTROLES LEGALES

Finalmente, es evidente que cada producto cárneo deberá ser siempre fabricado todas de acuerdo con la ley. Esto debería presentar poco problema si el producto se elabora como acabamos de indicar más arriba, de acuerdo con las buenas prácticas de fabricación.

A pesar de todo, se pueden presentar problemas inesperados como fue el caso de las "encefalopatías espongiformes transmisibles" (EET), o popularmente más conocidas como el caso de las "vacas locas".

La normativa alimentaria en la Unión Europea

La ley general de alimentos de todos los Estados miembros se rige por un número de Directivas y Reglamentos que publica periódicamente la Unión Europea. Las Directivas son leyes que establecen estándares generales aplicables a cada país miembro, para enmarcar o enmendar su legislación interna conforme a esos estándares.. Los reglamentos están propuestos para ser aplicados directamente por todos los países.

Las Directivas relacionadas con los alimentos en general incluyen:

- Directiva del Consejo 93/43/CEE, sobre higiene de los alimentos.
- Directivas del Consejo 79/112/CEE y 89/398/CEE, sobre etiquetado, presentación y propaganda de los alimentos.

Las Directivas y Reglamentos directamente relacionadas con los productos cárnicos incluyen:

- Directiva del Consejo 92/5/CEE, sobre problemas de salud pública de los productos cárnicos.
- Directiva del Consejo 94/65/CE, sobre los aspectos de salud pública de las carnes picadas y preparados de carne.
- Reglamento (CEE) 1538/91 (corregido), sobre estándares de mercado (incluyendo contenido de agua) de la carne de aves.

La normativa alimentaria en España (*)

El proceso de armonización de la legislación comunitaria al derecho español está terminado y las anteriores Directivas se han traspuestos al ordenamiento jurídico español.

(*) Nota del Traductor.

La principal legislación que cubre todas las operaciones de elaboración de alimentos son las siguientes:

Ley 26/1984, de 19 de julio, General para la defensa de los Consumidores y Usuarios.

Ley 14/1986, de 25 de abril, General de sanidad.

Real Decreto 1317/1989, sobre unidades legales de medida

Real Decreto 668/1990, de 25 de mayo, sobre materiales poliméricos para uso alimentario.

Real Decreto 197/1990, sobre materiales no poliméricos para uso alimentario

Real Decreto 1752/1998, de 31 de julio, sobre plásticos en contacto con los alimentos

Real Decreto 2207/1995, de 29 de diciembre, sobre higiene de los alimentos

Real Decreto 1456/1982, de 18 de junio, sobre la Comisión Interministerial para la Ordenación Alimentaria.

Real Decreto 1712/91, de 29 de noviembre, sobre Registro Sanitario de Alimentos.

Real Decreto 2001/1995, de 7 de diciembre sobre colorantes.

Real Decreto 145/1997, de 19 de diciembre, sobre aditivos no colorantes, no edulcorantes.

Real Decreto 168/1985, de 6 de febrero sobre almacenamiento frigorífico

Real Decreto 1334/1999, de 31 de julio, sobre etiquetado, presentación y publicidad.

Real Decreto 1749/1998, de 31 de julio, sobre residuos

Las disposiciones en particular referidas a las carnes y productos cárnicos comprenden:

Real Decreto 147/1993, de 29 de enero, sobre carnes frescas.

Real Decreto 1916/1997, sobre carnes picadas y preparados de carnes

Real Decreto 1904/1993, de 29 de octubre, sobre productos cárnicos.

Real Decreto 2087/1994, de 20 de octubre, sobre carnes de aves.

Real Decreto 1543/94, de 8 de julio, sobre carnes de conejo y caza de cría.

Real Decreto 2044/1994, de 14 de octubre, sobre caza silvestre

Real Decreto 944/1984, de 28 de marzo, sobre subproductos.

Reglamento nº 820/97, sobre etiquetado de carne de vacuno

Las Reglamentaciones técnico-sanitarias, actualizadas por la legislación comunitaria, incluyen entre otras cuestiones las Normas de Calidad de todos los productos cárnicos, siguiendo el Decreto 2484/1967, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el texto del Código Alimentario Español.

Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.

Ley 11/2001, de 5 de julio, por la que se crea la Agencia Española de Seguridad Alimentaria.

Real Decreto 1083/2001, de 5 de octubre, por el que se aprueba la norma de calidad para el jamón ibérico, paleta ibérica y caña de lomo ibérico elaborados en España, posteriormente modificado en parte por el Real Decreto 144/2003, de 7 de febrero.

CONSIDERACIONES ANALÍTICAS

Las cantidades relativas de los principales componentes de la carne se muestran en el diagrama siguiente:

'Carne'	Consiste de	Con la composición química:	
Carne magra	Músculo 75-97% (incluyendo CT aprox. 9%) + otro CT 0-15% + Grasa 3-10%	Proteína 23%	Agua 77%
Tejido graso o 'grasa'	Grasa (lípido) aprox. 90% + CT aprox. 10%	Grasa 90%	Proteína 2.2% Agua 7.8 %

CT= tejido conectivo

La razón agua/proteína en el músculo ($77/23 = 3.35$) es extremadamente constante. En carne magra o en carne completa incluyendo grasa, la cifra es virtualmente la misma, viéndose poco afectada por la proporción de tejido conectivo o la proporción de grasa.

Para muchos fines, es conveniente tomar el contenido en agua de la carne magra como 75%, que hace alguna concesión para la grasa presente.

Para la carne completa, donde no se ha añadido o eliminado ni agua ni proteína, el contenido en grasa se puede calcular bien del contenido en agua o del contenido en proteína:

$$\text{Grasa} = 100 - (\text{agua} \times 4/3)$$

O bien

$$\text{Grasa} = 100 - (\text{proteína} \times 100/23).$$

Los productos cárnicos y otras mezclas complejas se analizan normalmente por la vía del contenido de nitrógeno. Hay dos diferentes aproximaciones a esto. En el RU, Irlanda y algunos países de la Commonwealth británica el contenido de nitrógeno se utiliza para calcular el 'contenido de carne magra' del producto; en los otros países de la UE, USA y en otras partes, la relación nitrógeno/agua del producto cárneo u otro factor íntimamente relacionado se compara con un factor convenido para la carne genuina.

Estimación del contenido en carne

La fórmula para el cálculo del 'contenido aparente de carne magra' es:

$$\text{Contenido de carne magra (\%)} = \frac{\text{Contenido de nitrógeno (\%)}}{\text{Factor de nitrógeno}}$$

Se utiliza el factor apropiado de Nitrógeno seleccionado del Cuadro 11.1

Cuadro 11.1. Factores de nitrógeno en los análisis de contenido en carne.

Cerdo	3.45
Vacuno	3.55
Ternera	3.35
Pollo, pechuga	3.9
Pollo, carne oscura	3.6
Pollo, canal completa	3.7
Pavo, pechuga	3.9
Pavo, carne oscura	3.5
Pavo, canal completa	3.65
Hígado, vacuno	3.45
Hígado, cerdo	3.65
Hígado, origen desconocido	3.55
Riñones	2.7
Lengua	3.0
Sangre	3.2

Los factores de las carnes de cerdo y vacuna señalados más arriba son valores medios (por ciento de nitrógeno sobre la base libre de grasa) para todas las piezas de carne del animal en cuestión. Pueden ser incorrectos para piezas particulares cuya composición difiera marcadamente de la media, como es el caso con muchas de las piezas utilizadas para la elaboración.

Para la carne de cerdo los factores siguientes se recomiendan para utilizarlos cuando se conoce la pieza individual:

	<i>Magro y grasa subcutánea</i>	<i>Magro, corteza y grasa subcutánea</i>
Cuello	3.35	3.50
Paleta	3.35	3.60
Cortes medios	3.50	3.75
Panceta de costillar	3.45	3.70
Panceta de cadera	3.45	3.70
Lomo de costillar	3.60	3.80
Lomo de cadera	3.60	3.80
Pernil	3.45	3.60
Canal completa	3.45	3.60

Es esencial hacer correcciones para algún nitrógeno de fuentes no cárnica presentes en los productos cárnicos.

- Los cálculos de Stubbs y More hacen correcciones para el nitrógeno en el contenido del pan o harinas de los embutidos frescos estimando el contenido de almidón, asumiendo que el almidón está asociado con un 2% de nitrógeno y deduciéndole esa cantidad del nitrógeno total.
- Si están presentes leche o proteínas del suero, se pueden detectar y corregir por vía de un análisis de contenido en lactosa.
- La harina de soja se puede detectar y estimarse algunas veces microscópicamente; los aislados de soja se pueden estimar serológicamente (solamente en productos no calentados) o por el método del DNA; luego se hace el ajuste apropiado del conteo de nitrógeno total.

El contenido de carne total aparente se obtiene luego añadiendo el contenido de grasa al contenido de carne magra aparente.

Tejido conectivo

Se supone normalmente que el 10% de la carne magra consiste en tejido conectivo. Cuando se utiliza carne porcina en un producto, pueden estar también presentes cortezas de cerdo. Puesto que la proporción de corteza en la carne de cerdo se considera que es un 10%, un contenido de tejido conectivo adicional hasta 10% de la carne porcina total (magro + grasa) en un producto es permisible. En un análisis de un producto cárnico puede ser necesario comprobar si el contenido de tejido conectivo está dentro de estos límites.

El contenido de tejido conectivo (aproximadamente igual al contenido de colágeno) se puede calcular del contenido en hidroxiprolina. Los factores convencionales son:

$$\text{Tejido conectivo húmedo} = \text{hidroxiprolina \%} \times 37$$

$$\text{Tejido conectivo seco} = \text{hidroxiprolina \%} \times 8$$

Cuando el contenido de tejido conectivo es alto, su efecto puede ser tenido en cuenta calculando un contenido de proteína del músculo separado del tejido conectivo. Utilizar lo siguiente:

Colágeno	= N% x 5.55
Tejido conectivo seco	= Hidroxiprolina \% x 8
Nitrógeno debido al tejido conectivo	= Hidroxiprolina \% x 8/5.55 =
	= 1.42 x Hidroxiprolina %
Nitrógeno debido a la proteína del músculo	= N% - 1.42 x Hidroxiprolina %
Por tanto proteína del músculo	= 6.25 (N - 1.42 x Hidroxiprolina %)

Donde N = nitrógeno total %.

Control del contenido en agua

La razón agua/proteína se puede utilizar como un índice del agua añadida a la carne o producto cárnico. Si otras proteínas están presentes se debe tener en cuenta lo indicado anteriormente.

Un factor muy relacionado es el Número de Feder:

$$\text{Número de Feder} = \frac{\text{Agua \%}}{\text{Materia orgánica no grasa \%}}$$

Siendo:

$$\text{Materia orgánica no grasa \%} = 100 - \text{Grasa \%} + \text{Cenizas \%} + \text{Agua \%}$$

Para fines de control en Francia y muchos otros países una relación máxima de 4:1 se considera como límite práctico. En USA es 4.0

Esos límites son actualmente muy generosos; una razón de aproximadamente 4:1 puede darse con una mezcla de 25 partes de agua con 100 partes de carne magra.

En el RU el contenido de agua añadida de un producto cárnico se calcula:

$$100\% - (\text{contenido en carne \%} + \text{others sólidos añadidos \%}).$$

Las disposiciones de muchos países exigen que para los productos cárnicos con altos contenidos de agua o salmueras de curado, declarar el agua adicional sobre ciertos valores convenidos.

Identificación de las especies de carne

Hay considerable interés de vez en cuando en el descubrimiento de otras especies de carne si éstas son fraudulentamente mezcladas con las carnes elaboradas. También puede ser necesaria la identificación de proteínas no cárnica incorporadas en los productos cárnicos.

Los métodos utilizados comprenden los siguientes:

- Pruebas inmunológicas específicas de cada especie. Estas se han utilizado también para la detección de soja y otras proteínas extrañas en los productos cárnicos. Las versiones más primitivas de las pruebas no trabajaban bien sobre materias cocidas o tratadas por el calor, pero esta dificultad se ha vencido en las recientes versiones.
- Sondas de DNA están utilizándose más ampliamente. Son completamente específicas de las especies y no se ven afectadas por el tratamiento térmico.

Referencias y Bibliografía

- Advisory Committee on the Microbiological Safety of Foods (1992) Report on Vacuum Packaging and Associated Processes. HMSO, London.
- BMMA (1996) Standard for the Production of Bacon and Bacon Joints. British Meat Manufacturers' Association, London.
- CLITRAVI (1997) European Standard for Mechanically Separated Meat, MSM/96/4. Centre de Liaison des Industries Transformatrices de Viande de l'UE, Brussels.
- Evans, G.G. & Ranken, M.D. (1975) Fat cooking losses from non-emulsified meat products. *J. Food Technol.* 10, 63-71.
- Evans, G.G., Ranken, M.D. & Wood, J.M. (1975). Curing of Meat. Brit.Pat. N° 1375700
- Food Micromodel (a computer program showing curves of pathogenic and food spoilage micro-organisms under various conditions.) Available from Leatherhead Food Research Association, Leatherhead.
- Gerrard, F. (1977) *Sausage and Small Goods Production*, 6th edn. Northwood Publications, London.
- Harrigan, W.F. & Park, R.W.A. (1991) *Making Safe Food: A Management Guide for Microbiological Quality*. Academic Press, London.
- Hersom, A.C. & Hulland, E.D. *Canned Foods*, 7th edn. Churchill Livinstone, Edinburgh.
- Hoogenkamp, H. (1979). *Practical Applications of Milk Proteins in Meat Products*. DMV, Veghel.
- IFST (1990) *Guidelines for the Handling of Chilled Foods*, 2nd edn. Institute of Food Science and Technology (UK), London.
- IFST (1998) *Good Manufacturing Practice: A Guide to its Responsible Management*, 4th edn. Institute of Food Science and Technology (UK), London.
- Ingram, M. & Kitchell, A.G. (1967) Salt as a preservative. *J. Fd Technol.* 2, 1.
- Larousse, J. & Brown, B.E. (1997) *Food Canning Technology*. Wiley-VCH, New York.
- Lawrie, R.A. (1998) *Lawrie's Meat Science*, 6th ed. Woodhead Publishing, Oxford.
- Leistner, R.A. (1998) Principles and applications of hurdle technology. In *New Methods of Food Preservation*, ed. G.W. Gould, Blackie Academic and Professional, London.
- Long, L., Komarik, S.L. & Tressler, D.K. (1982) *Food Products Formulary; Vol. I, Meats, Poultry, Fish, Shellfish*. AVI, Westport.
- Ockerman, H.W. (1989) *Sausage and Processed Meat Formulations*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Ranken, M.D. (1984) *Notes on Meat Products*. Leatherhead Food Research Association, Leatherhead.
- Richards, S.P. (1982) Abattoir by-products- their utilisation and investigation of possibilities for inclusion of three offals in meat products. PhD Thesis, Brunel University.

Street, C.A. (1991). *Flour Confectionery Manufacture*. Blackie, Glasgow.

Stumbo, C.R. (1973) *Thermobacteriology in Food Processing*, 2nd edn. Academic Press. London.

LIBROS SOBRE ALIMENTACIÓN

NUEVO MANUAL DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS. Autores: A. Madrid y otros. 600 páginas. Con las técnicas de elaboración de todos los alimentos y bebidas: productos lácteos, cárnicos, pescado, conservas vegetales, zumos, vinos, bebidas refrescantes, aceites, grasas, helados, panadería, pastelería, precocinados, congelados, café, chocolate, derivados del huevo, etc. Se estudian también los equipos y procesos empleados en las industrias alimentarias (refrigeración, congelación, pasteurización, esterilización, secado, molido, prensado, bombeo, filtración, almacenamiento, conservación, limpieza, desinfección, envasado, embotellado, etc.).

Año: 2001. ISBN: 84-89922-56-X

PROCESOS DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS. Autores: A. Casp y J. Abril. 500 páginas. Se estudian en este libro las alteraciones de los alimentos y sus causas, los métodos industriales de conservación (frío, calor y sustancias inhibidoras), los métodos biológicos de conservación (fermentaciones), la conservación por reducción del contenido en agua (secado, deshidratación, separación por membranas) y los procesos no térmicos de conservación (altas presiones, campos eléctricos, irradación, campos magnéticos).

Año: 1999. ISBN: 84-8992-23-3.

REGLAMENTACIONES TÉCNICO SANITARIAS DEL SECTOR ALIMENTARIO. Autores: A. Madrid y otros. 1100 páginas. Con todas las normativas por las que se deben regir las industrias alimentarias (características de los productos, manipulaciones permitidas y prohibidas, condiciones de las industrias, de los materiales y del personal, control de materias primas y productos terminados, envasado, etiquetado y rotulación, almacenamiento, transporte y venta, registros administrativos, responsabilidades, competencias y régimen sancionador, etc.).

Año 1995. ISBN: 84-87440-70-3

ENVASADO DE LOS ALIMENTOS EN ATMÓSFERA MODIFICADA. Autor: R.T.Perry. 350 páginas. Con la descripción y las aplicaciones de los modernos sistemas de envasado al vacío y en atmósferas de nitrógeno, anhídrido carbónico y otros gases (maquinaria para el envasado, films para envasado en atmósferas modificadas, control de calidad, aplicación a frutas, verduras, carnes rojas, jamón, embutidos, pescados, mariscos, quesos, ensaladas, productos de panadería, pastelería, alimentos preparados, zumos, vinos, bebidas, café, frutos secos, etc.).

Año: 1995. ISBN: 84-87440-76-2.

INGENIERÍA, AUTOCONTROL Y AUDITORÍA DE LA HIGIENE EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA. Autor: J. Puig-Durán. 190 páginas. En este libro encontrará todo lo relativo a la higiene necesaria para conseguir alimentos inocuos y de buena calidad, según las normas sanitarias establecidas por la Unión Europea. Se aborda también el tema de la implantación del SISTEMA DE ANÁLISIS DE RIESGOS Y CONTROL DE PUNTOS CRÍTICOS, dentro de un sistema más amplio de aseguramiento de la calidad según las normas ISO 9000.

Año: 1999. ISBN: 84-89922-20-9.

LOS ADITIVOS EN LOS ALIMENTOS SEGÚN LA UNIÓN EUROPEA Y LA LEGISLACIÓN ESPAÑOLA. Coordinadores: A. Madrid y J.M. Cenzano. 352 páginas. Con la información necesaria sobre los aditivos que se pueden utilizar, las dosis máximas que se pueden emplear y los productos a los que se pueden añadir (conservadores, edulcorantes, colorantes, antioxidantes, estabilizadores, espesantes, emulgentes, gelificantes, espumantes, gasificantes, etc.).

Año 2000. ISBN: 84-89922-45-4.

LA LOGÍSTICA EN LA EMPRESA AGROALIMENTARIA. Autores: R. Alonso y otros. 210 páginas. Los sistemas de distribución de los alimentos son de vital importancia en el mundo moder-

no. En este libro se estudian los modernos sistemas de transporte, gestión de stocks, almacenaje y control de calidad de los alimentos, los distintos modelos de distribución comercial, la gestión de compras en la empresa, la gestión de almacenes, etc., de forma que se tengan los menores costes de distribución posibles, y que los productos lleguen al consumidor en el momento y lugar adecuados. Año 1999. ISBN: 84-89922-26-8.

LA AUTOMATIZACIÓN DE LA FABRICACIÓN DE ALIMENTOS Y BEBIDAS. Autor: I. McFarlane. 300 páginas. Con todo lo que debe saber un técnico sobre equipos y elementos de control de los procesos de elaboración de alimentos y bebidas. Se estudia la inversión necesaria para la automatización, los equipos y procedimientos de control, los sensores en línea, la automatización de los procesos de fabricación de harinas, productos lácteos, aceites y grasas, zumos de frutas, vinos, bebidas, carnes, pescados, panes, dulces, etc.

Año: 1997. ISBN: 84-87440-92-4.

GESTIÓN DE LA CALIDAD AGROALIMENTARIA. Autor: L.M. Rivera. 140 páginas. Expone de forma práctica y sencilla el concepto de CALIDAD TOTAL y cómo implantarlo en una industria agroalimentaria.

Año: 1995. ISBN: 84-87440-74-6.

FRÍO INDUSTRIAL: FUNDAMENTOS, DISEÑO Y APLICACIONES. Autor: P.C. Koelet. 500 páginas. Como dice su título, en este libro se estudia el frío desde un punto de vista teórico y práctico. Es una obra muy actualizada y completa y su autor está considerado como uno de los técnicos más experimentados del sector del frío. Se estudian los nuevos refrigerantes, el amoníaco, los compresores, las técnicas frigoríficas de conservación de alimentos, el mantenimiento de las instalaciones frigoríficas, etc.

Año: 1997. ISBN: 84-87440-97-5.

LA RESTAURACIÓN FUERA DEL HOGAR. Autor: M. Cañizal. 172 páginas. Con todo lo que necesita conocer el profesional sobre el cátering y la alimentación fuera del hogar. Abarca los aspectos de producción y los económicos (evolución del consumo alimentario fuera del hogar, métodos de producción en restauración y cátering, marketing en las empresas de restauración, vending, la cocción al vacío, la restauración en hoteles, alimentos de la quinta gama, etc.).

Año: 1996. ISBN: 84-87440-85-1.

ITINERARIO DEL FRIGORISTA. Autores: J. Bernier y F. Martín. 303 páginas. Con todo lo referente a la instalación, mantenimiento y funcionamiento de las instalaciones de frío. Detección de fugas. Carga de fluidos frigoríficos. Detección de averías. Mejora de la gestión de una instalación frigorífica. Sustitución de componentes defectuosos. Vaciado y recuperación de fluidos. Limpieza.

Año: 1998. ISBN: 84-89922-07-1.

QUÍMICA Y TECNOLOGÍA DEL ACEITE DE OLIVA. Autor: D. Boskou. 292 páginas. Tecnologías que se emplean en la actualidad en las almazaras. Recolección de aceitunas y extracción del aceite de oliva. Composición. Tratamientos de refinación, winterización, endurecimiento, etc. Almacenamiento y envasado del aceite de oliva. Cambios producidos en el aceite de oliva por las enzimas y la oxidación. Análisis y autentificación del aceite de oliva. Valoración organoléptica. Normas para la comercialización.

Año: 1998. ISBN: 84-89992-06-3.

LEGISLACIÓN Y NORMAS SOBRE EL ACEITE DE OLIVA Y LAS ACEITUNAS DE MESA. Coordinadores: A. Madrid y J. M. Cenzano. 214 páginas. Con toda la legislación sobre estos dos productos del olivo. Valoración organoléptica del aceite de oliva virgen, normas comerciales de los aceites de oliva, reglamentación sobre las aceitunas de mesa, normativa internacional, etc.

Año: 2002. ISBN: 84-89922-62-4.

MANUAL DE ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Autores: A. Madrid y otros. 345 páginas. Con todo lo referente a la composición, características, tecnología, legislación, normas de calidad y métodos de análisis de grasas y aceites comestibles. Con la reglamentación técnico-sanitaria de los aceites vegetales comestibles. Características de las grasas animales, margarinas, minarinas y preparados grasos. Disolventes de extracción.

Año: 1997. ISBN: 84-87440-60-6.

EL PESCADO Y SUS PRODUCTOS DERIVADOS. Autores: A. Madrid y otros. 420 páginas. Con toda la tecnología del pescado y sus productos derivados: refrigeración, congelación, salazón, ahumado, productos cocinados, surimi, concentrados proteínicos, harinas y aceites de pescado, etc. Preparación de conservas y semiconservas (atún en aceite, sardinas en aceite, anchoas). Los aditivos utilizados en los productos de la pesca. Legislación de la Unión Europea relativa a la producción y comercialización de los productos pesqueros y de la acuicultura.

Año: 1999. ISBN: 84-89922-16-0.

CURSO DE INDUSTRIAS LÁCTEAS. Autores: A. Madrid y otros. Gran formato. 600 páginas. Un excelente libro con todo lo referente a la tecnología, legislación y análisis de la leche y los productos lácteos. Producción de leche en las granjas (ordeño y refrigeración). Tratamientos de la leche en las industrias. Envasado aséptico. Procesos de elaboración de nata, mantequilla, leche evaporada, leche condensada, leche en polvo, yogur, kefir, postres lácteos. Procesos de elaboración de los distintos tipos de quesos. Caseinas y caseinatos lácteos. Tratamientos y aplicaciones del lactosuero. Fabricación de helados. Tratamiento de las aguas residuales de las industrias lácteas. Normas de calidad de la leche y los productos lácteos.

Año: 1996. ISBN: 84-87440-82-7.

TECNOLOGÍA QUESERA. Autores: A. Madrid y otros. 420 páginas. En este libro se describen los sistemas de elaboración de quesos industriales y artesanales (tratamientos de la leche, cubas queseras, cuajos, fermentos, fabricación de distintos tipos de quesos, el suero, análisis de los quesos, normas de calidad, etc.). Se estudia también: las características de la leche y su influencia en la elaboración de quesos. Recepción y tratamientos previos de la leche. Fichas prácticas para la elaboración de quesos. Carnet de elaborador de quesos.

Año: 1999. ISBN: 84-89922-15-2.

LOS QUESOS. Autor: I. Cenzano. 250 páginas. Con todo lo referente a la elaboración del queso, su clasificación, características de los quesos más importantes de todo el mundo (España, Francia, Italia, Portugal, Suiza, Latinoamérica, etc.). Descripción de quesos tales como: Camembert, Gouda, Edam, Roquefort, Brie, Cheddar, Mozarella, Gruyere, Saint Paulin, Dana blue, Manchego, Mahón, Idiazabal, Cabrales, Zamorano, Torta del Casar, etc.

Año: 1992. ISBN: 84-87440-33-9.

FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA DE PROCESOS AGROALIMENTARIOS. Autor: J.R. Hermida. 477 páginas. Este libro le ayudará a tener los conocimientos básicos necesarios para diseñar sus líneas de producción de forma que se eviten problemas, obteniendo productos finales de alta calidad. Se describen los principios fundamentales del diseño de procesos.

Año 2000. ISBN: 84-89922-49-7.

CONFITERÍA Y PASTELERÍA: MANUAL DE FORMACIÓN. Autor: A. Madrid. 480 páginas. Con todo lo referente a las técnicas de elaboración, legislación, materias primas, análisis, maquinaria, etc., en el sector de pastelería, confitería y bollería. Composición y valor nutritivo. Ingredientes utilizados. Aditivos autorizados. Sistemas de elaboración. Reglamentación técnico-sanitaria.

Año: 1999. ISBN: 84-89922-14-4.

APROVECHAMIENTO DE LOS SUBPRODUCTOS CÁRNICOS. Autor: A. Madrid. 330 páginas. Con todas las modernas técnicas de transformación de los subproductos de los mataderos, salas de despiece, fábricas de embutidos, etc. Producción de harinas, grasas purificadas, plasma, eliminación de malos olores, recuperación energética, tratamiento de aguas residuales, legislación, etc. Producción de pasta de hígado y extractos de carne. Producción de gelatina a partir de huesos. Tratamiento del agua de colas. Aplicaciones farmacéuticas de los subproductos. Normas sanitarias de eliminación y transformación de animales muertos y desperdicios cárnicos.

Año: 1999. ISBN: 84-89922-13-6.

MANUAL TÉCNICO DE HIGIENE, LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN. Coordinadores: J.Y Leveau y M. Bouix. 640 páginas y 350 ilustraciones (tablas con datos de interés, esquemas, fotos, etc.). Estudia los tipos de limpieza y desinfección (física, química y microbiológica). Los productos usados con sus formas y dosis de uso, ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos (cloro y derivados, amonios cuaternarios, soda, ácidos, alcoholes, fenoles, etc.). Mecanismos de acción de los agentes de limpieza y desinfección. Eliminación de depósitos, corrosión y ensuciamientos. Tecnología de la limpieza y desinfección (equipos, técnicas, utensilios, sistemas fijos y móviles, etc.). Lucha contra

las plagas (roedores, insectos, ácaros, etc.). Lucha contra la contaminación del aire (salas limpias). Legislación española y de la Unión Europea sobre detergentes y limpiadores. Año 2002. ISBN: 84-89922-43-8.

APLICACIÓN DEL FRÍO A LOS ALIMENTOS. Coordinador: M. Lamúa. Instituto del Frio de Madrid. 360 páginas. Estudia los principios generales de la aplicación del frío a los alimentos, así como la conservación de alimentos en atmósferas modificadas, la conservación de productos en fresco, la congelación, el frío en los productos lácteos, carnes y productos cárnicos, pescados y productos pesqueros reestructurados. Año: 2000. ISBN: 84-89922-25-X.

NORMAS DE CALIDAD DE ALIMENTOS Y BEBIDAS. Coordinadores: A. Madrid y otros. 550 páginas. En este libro se exponen las normas de calidad exigidas para la elaboración, almacenamiento y distribución de todo tipo de alimentos (pescados, carnes, embutidos, leche, productos lácteos, quesos, yogures, postres, frutas, verduras, aceites, zumos, mermeladas, productos congelados, bebidas, etc.). Para cada producto se incluye su clasificación, procesos de elaboración, operaciones permitidas y prohibidas, microbiología, requisitos de la industria, normativa sobre envasado, etiquetado, etc. Año 2001. ISBN: 84-89922-48-9.

INGENIERÍA DEL FRÍO: TEORÍA Y PRÁCTICA. Autor: M.T. Sánchez Pineda. 510 páginas. Este libro es un tratado completo de frío industrial, donde se incluyen todos los avances técnicos recientes (mejor aprovechamiento de la energía, utilización de nuevos refrigerantes, etc.). Se hace un estudio completo, con muchos casos prácticos, de los sistemas de producción de frío, compresión mecánica, producción frigorífica a bajas temperaturas, los distintos tipos de compresores, evaporadores, condensadores, torres de enfriamiento de agua, equipos de control, diseño de la red de distribución de refrigerantes, características de los refrigerantes, aislamientos, balance térmico de la instalación, etc. Año 2001. ISBN: 84-89922-33-0.

TECNOLOGÍA DE LA CARNE Y DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS. Autores: B. Carballo y otros. 300 páginas. Un libro muy completo sobre las características de las distintas carnes (vacuno, cerdo, ovino, caprino, etc.), su composición, valor nutritivo, propiedades tecnológicas, conservación, transformación industrial, etc. Se estudian los distintos productos cárnicos (salazones, jamones y su curación, tecnología de la curación, embutidos), incluyendo las fórmulas completas para la elaboración de salchichas, patés, etc. Muy importantes son los capítulos finales con la legislación recientemente aprobada referente a:

- Condiciones sanitarias de producción y comercialización de carnes frescas.
- Condiciones sanitarias de producción y comercialización de productos cárnicos.
- Programa integral coordinado de vigilancia y control de las encefalopatías espongiformes transmisibles (EET) de los animales.

Año 2001. ISBN: 84-89922-52-7.

MANUAL DEL ACEITE DE OLIVA. Autores: J. Harwood y R. Aparicio. 620 páginas. Un libro muy completo y actualizado que incluye el estudio de: la economía mundial del aceite de oliva, técnicas de recolección, elaboración, envasado y conservación, síntesis del aceite en las aceitunas, formación de los aromas, bioquímica del aceite, análisis de los aceites, cromatografía líquida y gaseosa, análisis por infrarrojos, otras técnicas de análisis, sistemas matemáticos para el análisis químico; análisis sensorial del aceite de oliva, papel de los componentes volátiles y de los polifenoles; la oxidación del aceite, autenticación del aceite de oliva; los lípidos en la alimentación humana, aspectos nutricionales del aceite de oliva. En este libro han colaborado expertos nacionales e internacionales del aceite de oliva tales como: Fausto Luchetti, Gregorio Varela, Ramón Aparicio, A. Kiritsakis, L. Giovacchino, etc.

Año 2001. ISBN: 84-89922-41-1.

MANUAL DE LEGISLACIÓN DE LA CARNE Y DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS. Coordinadores: A. Madrid y J.M. Cenzano. 330 páginas. Con la legislación española y de la Unión Europea sobre las condiciones de producción y comercialización de las carnes frescas y de los productos cárnicos (embutidos, patés, jamones, etc.). Se incluyen las normas de calidad de los productos cárnicos (chorizo, salchichón, salami, chistorra, fiambres, jamones, panceta, tripas, etc.). También se incluye el texto del "Programa de vigilancia y control de las EET (Encefalopatías Espongiformes Transmisibles)".

Año: 2001. ISBN: 84-89922-61-6.

Hidden page

Hidden page

Hidden page

Otros libros de interés:

- Gestión de la seguridad alimentaria.
- Aditivos alimentarios.
- Normas de calidad de alimentos y bebidas.
- Procesos de conservación de alimentos.
- La logística en la empresa agroalimentaria.
- Ingeniería del frío: teoría y práctica.
- Refrigeración, congelación y envasado de los alimentos.
- Aplicación del frío a los alimentos.
- Cámaras frigoríficas y túneles de enfriamiento rápido.
- Ciencia y tecnología de los alimentos.
- Reglamentaciones técnico-sanitarias del sector alimentario.
- Envasado de los alimentos en atmósfera modificada.
- Nuevo manual de dietética y nutrición.
- Guía del almacenamiento frigorífico.
- La automatización de la fabricación de alimentos y bebidas.
- Gestión de la calidad agroalimentaria.
- La restauración fuera del hogar.
- Itinerario del frigorista.
- Tratado de enología.
- Química y tecnología del aceite de oliva.
- Manual de aceites y grasas comestibles.
- El pescado y sus productos derivados.
- Curso de industrias lácteas.
- Manual de industrias lácteas.
- Tecnología quesera.
- Helados: elaboración, análisis y control de calidad.
- Nuevo tratado de panificación y bollería.
- Confitería y pastelería: manual de formación.
- Los aditivos en los alimentos según la Unión Europea y la Legislación Española.
- Tecnología de la carne y de los productos cárnicos.
- Aprovechamiento de los subproductos cárnicos.
- Manual técnico de higiene, limpieza y desinfección.
- Procesos de elaboración de alimentos y bebidas.
- Manual del aceite de oliva.
- Manual de legislación de la carne y de los productos cárnicos.
- Legislación y normas sobre el aceite de oliva y las aceitunas de mesa.
- Industrias de cereales y derivados.
- Guía del transporte frigorífico.
- Enología: fundamentos científicos y tecnológicos.



AMV EDICIONES

A. MADRID VICENTE, EDICIONES

Calle Almansa, 94 - 28040 Madrid (España)
Teléfono: 91 533 69 26 - Fax 91 553 02 86
E-mail: amadrid@acta.es
Internet: www.amvediciones.com



MUNDI-PRENSA

EDICIONES MUNDI-PRENSA

Calle Castelló, 37 - 28001 Madrid (España)
Teléfono: 91 436 37 00 - Fax. 91 575 39 98
E-mail: libreria@mundiprensa.es
Internet: www.mundiprensa.com

ISBN: 84-89922-93-4 (AMV EDICIONES)

ISBN: 84-8476-152-5 (MUNDI-PRENSA)

9 788484 761525