

GRUPO DE LOS ALIMENTOS PREDOMINANTEMENTE PROTEICOS

Unidades temáticas

- 14. Características de carnes, aves, caza y derivados**
- 15. Alteraciones en la manipulación y transformación de carnes, aves, caza y derivados**
- 16. Características y alteraciones de pescados, mariscos y derivados**
- 17. Características y alteraciones de huevos y ovoproductos**

Objetivos didácticos

1. Sintetizar las características organolépticas, físico-químicas y bromatológicas principales de los alimentos del grupo.
2. Describir los procedimientos generales de obtención de los alimentos del grupo.
3. Caracterizar las principales modificaciones que durante los procesos de manipulación, almacenamiento o tratamiento tecnológico pueden sufrir los alimentos del grupo.
4. Fundamentar los procedimientos generales de control de calidad, físico-químicos y microbiológicos, aplicables a los alimentos del grupo.

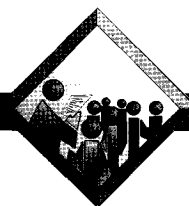
PRESENTACIÓN

Para el desarrollo de este Bloque Formativo se ha adoptado una estructura en cuatro Unidades de Trabajo. En la primera nos centramos en las características organolépticas, físicas, químicas y bromatológicas de las carnes, aves, caza y sus derivados, tratando el proceso de obtención de los productos y realizando un repaso a los procedimientos generales de control de calidad mediante determinaciones físico-químicas.

En la segunda Unidad se estudian las modificaciones que pueden aparecer en estos productos durante los procesos de manipulación y transformación. Puesto que estos procesos van a incidir sobre la carga de microorganismos presentes en los productos y las alteraciones más sobresalientes van a ser de índole microbiológica, se presta mayor atención a este tipo de modificaciones, incluyendo las pautas generales de control de calidad microbiológico.

La tercera Unidad es la más larga del Bloque ya que en ella se analizan las características de índole organoléptico, físico-químico, bromatológico y microbiológico de pescados y de mariscos. Se ha procurado seguir el mismo esquema de desarrollo que el utilizado al tratar las carnes: características generales del grupo, peculiaridades organolépticas y bromatológicas, obtención de los productos y derivados principales, determinaciones físico-químicas generales, modificaciones por manipulación y tratamientos, con especial atención a los procesos microbiológicos y su protocolo de control de calidad.

La cuarta y última Unidad de este Bloque se ha dedicado al estudio del huevo. El esquema utilizado se ha procurado que fuera el mismo que en los casos anteriores, aunque se hace un repaso de las características funcionales que presenta el huevo entero y sus derivados por su importancia dentro de la tecnología industrial y culinaria de los alimentos.



CARACTERÍSTICAS DE CARNES, AVES, CAZA Y DERIVADOS

1. Requisitos de la carne. 2. Características generales de la carne. 3. Composición química de la carne. 4. Fenómenos en el sistema proteico muscular tras el sacrificio del animal. 5. Canales. 6. Inspección en mataderos. 7. Principales derivados cárnicos. 8. Aves de criadero. 9. Otras aves de consumo humano. 10. Determinaciones analíticas de control en carnes y derivados.

14.1. Requisitos de la carne

Indudablemente hemos de exigir que la carne esté sana, es decir, que su consumo no ponga en peligro la salud de quien la toma, pero esto no es suficiente, pues deberá estar limpia y responder a las características bromatológicas y organolépticas propias de la especie y raza de que se trate. Además, estará convenientemente preparada y presentada.

Por carne entendemos, no sólo la porción muscular de los animales de abasto, sino también de grasa, las porciones de nervios y de vasos sanguíneos, las partes de hueso, los tendones y las aponeurosis. Además, en algunas especies, como el cerdo, se incluyen porciones de piel.

Todo ello conforma diversos tipos y calidades, y dota a la carne de su dureza, textura, sabor, olor y color característicos que propician diversas preparaciones culinarias.

Tradicionalmente, en España se considera que las carnes procedentes de la ternera y el cordero son de máxima calidad; luego están las del cerdo y el vacuno mayor y, por último, las procedentes de las reses caprinas y las de los equinos.

Existe una nomenclatura para cada res y tramo de edades, la cual nos orienta sobre la valoración que hacen de la carne los ganaderos y consumidores (Cuadro 14.1).

14.2. Características generales de la carne

14.2.1. Lo que se aprecia desde fuera

La carne debe presentar el olor propio de la especie de que se trate. Su color también depende de la especie, la raza, la edad y la alimentación, variando desde un blanco rosáceo a un rojo intenso. Por lo demás, el color se ve afectado por la manera en que se haya sacrificado al animal y el posterior tratamiento que haya tenido la carne.

Tradicionalmente, se distinguen tres tipos de carnes:

- **Carnes blancas**, que pertenecen a animales jóvenes, como la ternera, el cabrito y el lechal.
- **Carnes rojas**, que son las de animales adultos como la vaca y el buey.
- **Carnes negras**, las obtenidas de piezas de caza.

El producto se obtiene tras la matanza del animal por denervación, conmoción o electrocución. Posteriormente se procede al desangrado, desuello, deviscerado y corte de la cabeza y parte anterior de las patas. Lo que queda del animal es la **canal**. Según el CAE (3.10.02), la canal es "el cuerpo de los animales de las especies de abasto, desprovisto de vísceras torácicas,

Cuadro 14.1. Denominaciones usuales de las reses según el tramo de edad.

EDAD	DENOMINACIÓN	OBSERVACIONES
GANADO VACUNO		
3 a 40 días	Ternero de leche o recental	
6 a 8 meses	Lechal o choto	
1 año	Añojo	
2 años	Eral	
3 años	Utrero	
4 años	Novillo	
5 o más años	Toros y vacas	Buey si es un macho castrado. Si el buey es joven se llama Terzón y si es viejo se llama Cutral
GANADO OVINO		
Recién nacido y hasta 14 kilos	Lechal, recental o caloyo	
2 a 6 meses y más de 14 kilos	Pascual	
1 año	Borrigo	
2 años	Primal	
3 años	Andosco	
4 años	Trasandosco	
Más de 4 años	Macho entero o morueco. Hembra de cría u oveja.	Semental. Hembra que ha criado.
GANADO PORCINO		
Del nacimiento al destete	Lechón	
1 año	Primal	
Más de un año	Cochino	Macho o hembra castrados
Más de un año	Verraco y cerda (o guarra)	Animales enteros, no castrados, listos para la cría
GANADO CAPRINO		
Durante la lactación	Lechal	
Hasta 3 meses	Cabruto	
Entre 4 y 8 meses	Chivo	
2 años	Primal	
3 años	Cegajo	
5 años	Cabra	Hembra
5 años	Cabrón	Macho castrado
	Macho cabrío	Macho entero

abdominales y pelvianas, excepto los riñones, con o sin piel, patas y cabeza". *Grosso modo*, podemos distinguir las partes que aparecen en la Figura 14.1.

Las partes no musculares del animal utilizadas en alimentación y no incluidas en la canal se denominan **despojos**; también se diferencian dos grandes grupos de despojos:

- **Despojos rojos:** sangre, hígado, lengua, corazón, pulmones, bazo, etc.

- **Despojos blancos:** seso, páncreas, callos, intestinos, tocino, huesos, extremidades,...

Desde el punto de vista de la digestibilidad de la carne, consideramos que la parte fácilmente digestible está formada por el músculo y la grasa, mientras que los huesos, el cartílago, las aponeurosis, los tendones, etc. conforman la parte poco digestible. A título meramente orientativo, podemos pensar que una canal de tipo medio se distribuye como se refleja en la Figura 14.2.

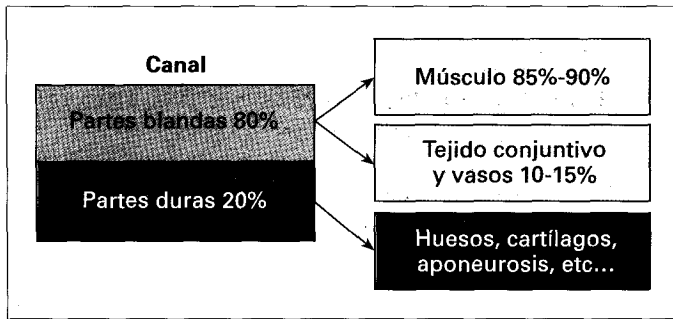


Figura 14.1. Composición general de las canales.

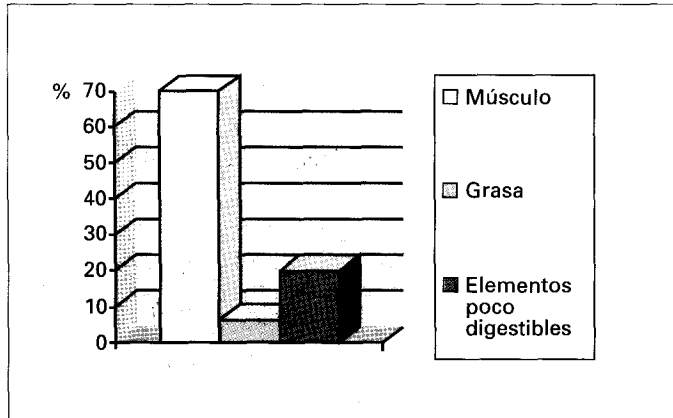


Figura 14.2. Distribución general de los elementos digeribles de las canales.

Cuando vamos a una carnicería a comprar, el aspecto externo de la carne nos puede servir como primer indicador de su calidad. Así, se considera que una carne es excelente si presenta **grano fino y suficiente flor**. Veamos qué significa esto:

- El **grano de la carne** es el aspecto granulado visible en un corte transversal y que se corresponde con los haces musculares secundarios y terciarios.
- La **flor de la carne** es el veteado graso, más o menos intenso en función de la especie, la raza y el grado de cebamiento del animal.

Con el tiempo se aprende a apreciar las características del grano y floreado de cada clase de carne, de modo que la experiencia nos permite hacer una primera inspección, desechando aquella carne que no responda a lo que nuestra apreciación personal incluya como de buena calidad.

Lógicamente, el color, olor, brillo y cuidado en la presentación deben acompañar a la granulación y al floreado, de modo que, hoy por hoy, son los únicos datos que pueden apreciar los consumidores finales antes de comprar un producto. De todas formas, la calidad de una carne depende, en primer lugar, de las costumbres y los usos alimenticios de una especie. En nuestro medio, además, se consideran otros factores: el

sexo del animal –se atribuye mayor calidad a las hembras–; la edad –la carne es de más calidad cuanto más joven es el animal–; la alimentación que haya recibido –es de mayor calidad la carne de animales con alimentación libre–; y, finalmente, el ejercicio a que haya sido sometido –tiene más calidad la carne de los que han tenido ejercicio libre.

14.2.2. Algunos datos complementarios

La carne de un animal recién sacrificado y correctamente sangrado debe tener aspecto blanquecino y algunas contracciones espontáneas en sus fibras musculares. Como todo ser vivo, tras su sacrificio, el animal pasa a un estado de rigidez cadavérica de manera progresiva, el cual forma parte del proceso de maduración de la carne. Esta rigidez empieza a notarse, aproximadamente, una hora después del sacrificio, completándose en un tiempo variable, según la especie. El tiempo que la carne permanece en este estado también depende de la temperatura ambiente. El hecho de que el cuerpo del animal no entre en estado de rigidez cadavérica es indicativo de que padecía alguna enfermedad, y, en consecuencia, de que su carne no es apta para el consumo. Pasada la rigidez cadavérica, se inicia la putrefacción; en ese momento hemos de interrumpir el proceso natural, aplicando las medidas de conservación necesarias.

Un dato fiable sobre el estado sanitario de la carne es el pH que tiene en el período de rigidez cadavérica. Según las especies el pH oscila, entre 6,2 y 6,6. Un pH neutro nos llevará a sospechar de la carne; un pH alcalino indicará que se trata de una carne mala. Por otro lado, el exceso de acidez también es un signo de anomalía, de modo que carnes con un pH en torno a 5,5 sugieren procesos de fatiga o de septicemia en el animal del que proviene. A causa del pH ligeramente ácido que tiene la carne en buen estado inicialmente el desarrollo bacteriano es difícil. Esta virtud se pierde a medida que aumenta el pH, de modo que la carne se convierte en caldo de cultivo ideal.

14.3. Composición química de la carne

Evidentemente, la composición química de la carne varía con la especie animal y con la edad; en líneas generales, se puede afirmar que cuanto más joven sea el animal, el contenido en agua de la carne será mayor, y menor su contenido en grasa, produciéndose una relación inversa a medida que aumenta la edad.

En la composición general existen, como promedio los siguientes elementos:

- **Agua.** Ya se ha indicado que varía principalmente con la edad; suele ser de un 65% a un 80%.
- **Proteínas.** Hay un promedio de 20% a 30%. Son muy diversas: miosina, actina, diferentes globinas, elastina, colágeno, mioglobina, tropomiosina y troponinas. En general, son proteínas de buena calidad, pues contienen los aminoácidos esenciales.
- **Bases púricas y pirimidínicas.** Se originan por la descomposición de los ácidos nucleicos celulares.
- **Betaínas,** especialmente, creatina y creatininas.
- **Grasas.** Su contenido es muy variable, depende de la especie animal; oscila entre un 5% y un

30%, incluyendo colesterol y vitaminas liposolubles.

- **Glúcidos.** En líneas generales, su presencia es escasa, pero también varía con la especie. Así, los équidos presentan la concentración más alta, en forma de glucógeno (un 1%); para el resto de especies oscila entre un 0,1% y un 0,5%.
- **Sales.** Son variadas y destacan los fosfatos de potasio, de calcio y de magnesio, las sales de hierro y algo de cloruro sódico.
- **Vitaminas.** Las cantidades de B₁ y B₂ son moderadas; abundan la niacina y la vitamina B₁₂; escasean las vitaminas C y E; hay trazas de las vitaminas A y D.

Cuadro 14.2. Composición por 100 g de algunos tipo de carnes. (Adaptado de Mohtadji-Lamballais, C.: *Les aliments*. Editions Maloine. París, 1989.)

Tipo	En gramos				En miligramos								
	Agua	Prot.	Glúc.	Líp.	Na	K	P	Mg	Fe	Ca	Vit. A	Vit. B ₁	Vit. A ₂
Vaca	60	17	0,5	20	70	300	200	20	3	10	0,02	0,09	0,20
Ternera	69	19	0,5	10	35	350	200	20	3	11	0,02	0,16	0,25
Cordero	58	16		24	90	250	160	24	1,5 a 2	10	-	0,20	0,25
Cerdo	56	16	0,5	25	60	300	190	30	2,5	10	-	1	0,20
Caballo	75	21	1	2	21	157	200	23	-	13	-	0,05	0,10

Muchas de las propiedades tecnológicas, nutricionales y gastronómicas de la carne están ligadas a la estructura de su sistema proteico muscular, así como a las reacciones bioquímicas que se producen en él; por tanto, conocer esta estructura y sus reacciones, a pesar de su complejidad, es de gran interés desde el punto de vista tecnológico.

14.3.1. Proteínas musculares

Por término medio, el músculo esquelético y el músculo cardíaco suponen un 35% del peso del animal. La proporción de proteína con relación a la materia seca del animal es variable, pero suele oscilar en torno a un 38% en el caso del cerdo y alrededor del 84% en el del caballo (Cuadro 14.2).

Las propiedades y la calidad de la carne se estudian sobre las proteínas del músculo, las cuales, desde el punto de vista técnico, se clasifican en tres grupos:

- Proteínas del estroma.
- Proteínas sarcoplásmicas.
- Proteínas miofibrilares.

□ Proteínas del estroma

Las proteínas del estroma son poco solubles, típicamente fibrosas, fundamentalmente extracelulares y están ligadas mediante interacciones químicas con muco y lipoproteínas. Ésta es su composición:

- **Colágeno.** Es una molécula muy extendida en el reino animal y el componente principal del tejido esquelético y conjuntivo de los vertebrados. Forma tejidos resistentes a la tracción y suele asociarse a polisacáridos, dando un retículo hidratado que resiste bien la compresión; en conjunto, forma un buen tejido cementante.

Su estructura unitaria es el **tropocolágeno** que está constituido por tres cadenas peptídicas, de las cuales, al menos, dos son idénticas en todos los colágenos. Estas cadenas adoptan una estructura espacial en triple hélice que se mantiene por la existencia de numerosos puentes de hidrógeno, la presencia de glicocola en el interior de la hélice y uniones entre restos de lisina, la cual, probablemente, se encuentre como restos de desmosina, que se constituye por cuatro restos de lisina unidos en un complejo cíclico; además, intervienen enlaces tipo éster y uniones isopépticas.

La textura de una carne no depende sólo del contenido en colágeno, sino también de la estructura de esta proteína. La solubilidad del colágeno disminuye con la edad del animal. De este modo, los puentes que unen las cadenas son más lábiles en un animal joven y el calentamiento o las variaciones de pH pueden romperlos; en cambio, en un animal viejo, estos puentes son muy firmes.

El tratamiento térmico del colágeno en medio acuoso produce una gelatinización a temperaturas superiores a 80°C, que resulta de la disociación de fibrillas e hidrólisis parcial de la molécula. En una carne tratada, su textura depende de la calidad de las fibras desnaturalizadas y, eventualmente, de la elastina que exista.

El colágeno es una molécula de comportamiento extraño dentro de las proteínas, en especial, por el hecho de que su desnaturalización solubiliza la molécula y por su labilidad bioquímica. Bioquímicamente, se distinguen varios tipos de colágeno, de I a V, dependiendo de su origen y composición.

Desde el punto de vista nutritivo, el colágeno no es una buena proteína; su composición en aminoácidos esenciales no es favorable y presenta una concentración excesivamente alta en prolina, glicina y alanina.

En su estado nativo, esta proteína resiste la acción de los jugos digestivos, mientras que en su forma desnaturalizada es más digerible.

- **Elastina.** Se trata del segundo componente en orden de importancia del tejido conjuntivo y es característico del tejido elástico. Abunda poco en el tejido muscular, encontrándose, sobre todo, en las paredes arteriales y en ligamentos. Tiene una estructura fibrosa, con cadenas peptídicas unidas entre sí igual que en el colágeno.

Resiste la acción del agua, hinchándose, pero sin disolverse: también aguanta la acción de la mayor parte de las proteasas, aunque es parcialmente hidrolizada por la elastasa del páncreas. Asimismo, soporta ácidos y álcalis relativamente concentrados, por eso, es poco digerible. Además, desde el punto de vista nutritivo, es pobre por su bajo contenido en aminoácidos esenciales.

□ Proteínas sarcoplásmicas

Las proteínas del sarcoplasma son solubles a valores del pH próximos al 7. Existen bastantes tipos, dada la gran cantidad de sistemas enzimáticos presentes en el citoplasma celular; no obstante, las cantidades absolutas de cada una son muy bajas. La más importante, proporcionalmente es la **mioglobina**, responsable de la coloración

roja de la carne, la cual constituye las 9/10 partes de todos los colorantes; de la fracción restante, destaca en cantidad la hemoglobina.

Las concentraciones de esta proteína varían según dos factores: la especie animal y el tipo de músculo, la edad y el ejercicio del animal aumentando, cuando aumentan ambos factores, el contenido en hierro de la alimentación del animal; por eso, es más blanca la carne de ternera o de otros animales jóvenes, aún lactantes, con escasa presencia de hierro en su dieta.

Químicamente, es una heteroproteína porfirínica constituida por un grupo hemo, como el de la hemoglobina, y por una molécula de globina, estabilizando el conjunto puentes de hidrógeno, salinos e interacciones hidrofóbicas. El grupo hemo de la molécula muestra propiedades químicas interesantes: es una molécula plana y rígida, con elevada estabilidad del núcleo, su espectro de absorción corresponde al de una sustancia coloreada, tiene carácter básico y capacidad para formar quelatos estables con metales como el hierro, el magnesio, el cinc o el cobre.

El átomo del hierro está unido a un átomo de oxígeno, que aporta la hemoglobina sanguínea, la cual tiene, para este elemento, menor afinidad que la mioglobina; esta función sólo existe si el hierro es divalente. Así pues, cada molécula de mioglobina es capaz de transportar un átomo de oxígeno; tal presencia de oxígeno constituye una reserva para el músculo. Se ha comprobado que en animales que bucean durante largos períodos de tiempo, como la ballena o la foca, el contenido en mioglobina de sus músculos se eleva hasta un 8%, lo que les permite largas fases de actividad sin respiración.

Esta molécula reúne una serie de características interesantes según el estado de oxidación del grupo hemo.

La mioglobina, en el músculo fresco, y el hierro, en forma reducida, presenta una coloración púrpura; cuando capta oxígeno, tiene un color rojo vivo.

La metamioglobina es la forma oxidada; en ella, el hierro se encuentra como Fe^{3+} y su coloración es parda; es el fenómeno que se produce en el músculo tras el sacrificio. La conservación de un color más rojizo exige unas condiciones que favorezcan la existencia de una forma reducida, como la presencia de glucosa o de ácido ascórbico. El hecho de que haya otros grupos combinados con el hierro puede originar coloraciones diferentes. Así, si, en lugar de oxígeno, el que se une al grupo hemo es el monóxido de carbono, se impide el transporte de oxígeno al músculo; se trata de una sustancia fuertemente tóxica para éste, pero no modifica la coloración rojiza. En cambio, con grupos S^{2-} , produce coloraciones verdosas correspondientes a la sulfomíoglobina. Igualmente, la reducción y oxidación simultánea

RECUERDA...

La estructura de la mioglobina es básicamente igual a la de la hemoglobina; la única diferencia es que se trata de un monómero, mientras que la hemoglobina es un tetrámero.

El grupo **hem** o **hemo**, presente en ambas moléculas, es un núcleo de protoporfirina ligado a un átomo de Fe^{2+} , es decir, su estructura cíclica está constituida por cuatro anillos pirrólicos unidos por puentes metálicos y con sustituyentes de tipo metano, ácido propiónico y vinilo en los anillos (Fig. 14.3).

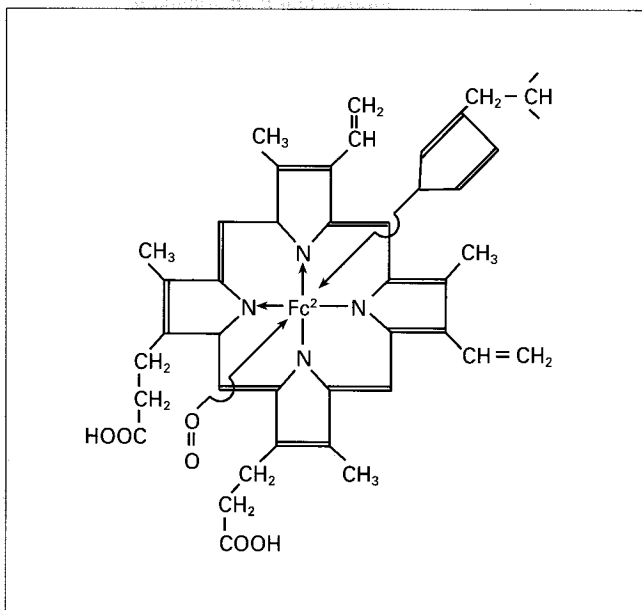


Figura 14.3. Anillo hemo oxidado y unido a la histidina de la globina.

La globina es una proteína elipsoidal, con un 80% de estructura α -hélice, distribuida en ocho segmentos. El grupo hem se fija en el interior de uno de los pliegues de la molécula –este pliegue se llama bolsa de hem– mediante una unión del átomo de hierro a una histidina (Figura 14.4).

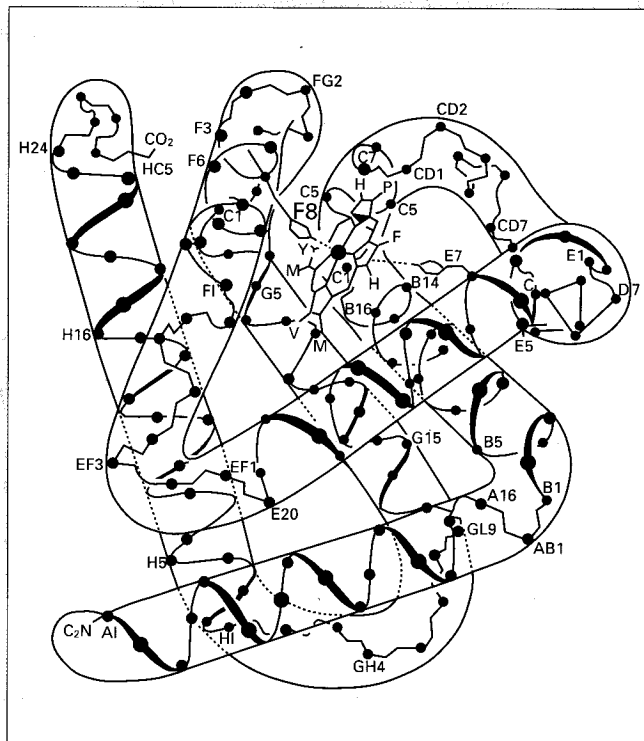


Figura 14.4. Estructura espacial de la mioglobina del cachalote.

neas dan lugar a la colemioglobina, también verdosa. Es posible que las dos últimas sustancias sulfomioglobina y colemioglobina se oxiden, resultando porfirinas libres y oxidadas de diverso color, desde el amarillo al pardo; incluso las hay incoloras (Fig. 14.5).

El tratamiento por calor, con pH bajo o con ciertas sustancias, como las sales nitrosas, también alteran el color de la carne. En el primer caso y en condiciones de oxidación, se forman ferrocromos de color pardo, que es lo que ocurre en las carnes cocidas; si las condiciones son de reducción, permanece la coloración rosada. La nitrosomioglobina se da en presencia de nitritos o nitratos y su color es rojo intenso, aunque poco estable; éste es el efecto que se busca al añadir estas sales a las salazones (Fig. 14.6).

□ Proteínas miofibrilares

El grupo mayoritario de las proteínas musculares lo constituyen las proteínas miofibrilares. Hay ocho tipos diferentes, que se pueden agrupar así:

- **Proteínas contráctiles.** Suponen, aproximadamente, el 75% del total y comprenden dos clases: la miosina, con un 53%, y la actina, con un 22%.
- **Proteínas reguladoras de la contracción.** Conforman el 25% restante y ofrecen una gran variedad de tipos: troponinas y tropomiosina, que suponen, cada una, aproximadamente un 8%, proteínas M, alrededor de un 5%, proteína C con un 2%; el resto son actinas α y β .

La **miosina** es una molécula de peso molecular elevado que está formada por seis subunidades, dos pesadas y cuatro ligeras. Las pesadas poseen partes con estructura helicoidal que constituyen el filamento de la estructura cuaternaria. El extremo globular, al que están asociadas las cadenas ligeras, forman la cabeza de la molécula de miosina. El filamento completo de moléculas alineadas en paralelo con las cabezas desplazadas respecto a las contiguas, de modo que dan una apariencia helicoidal.

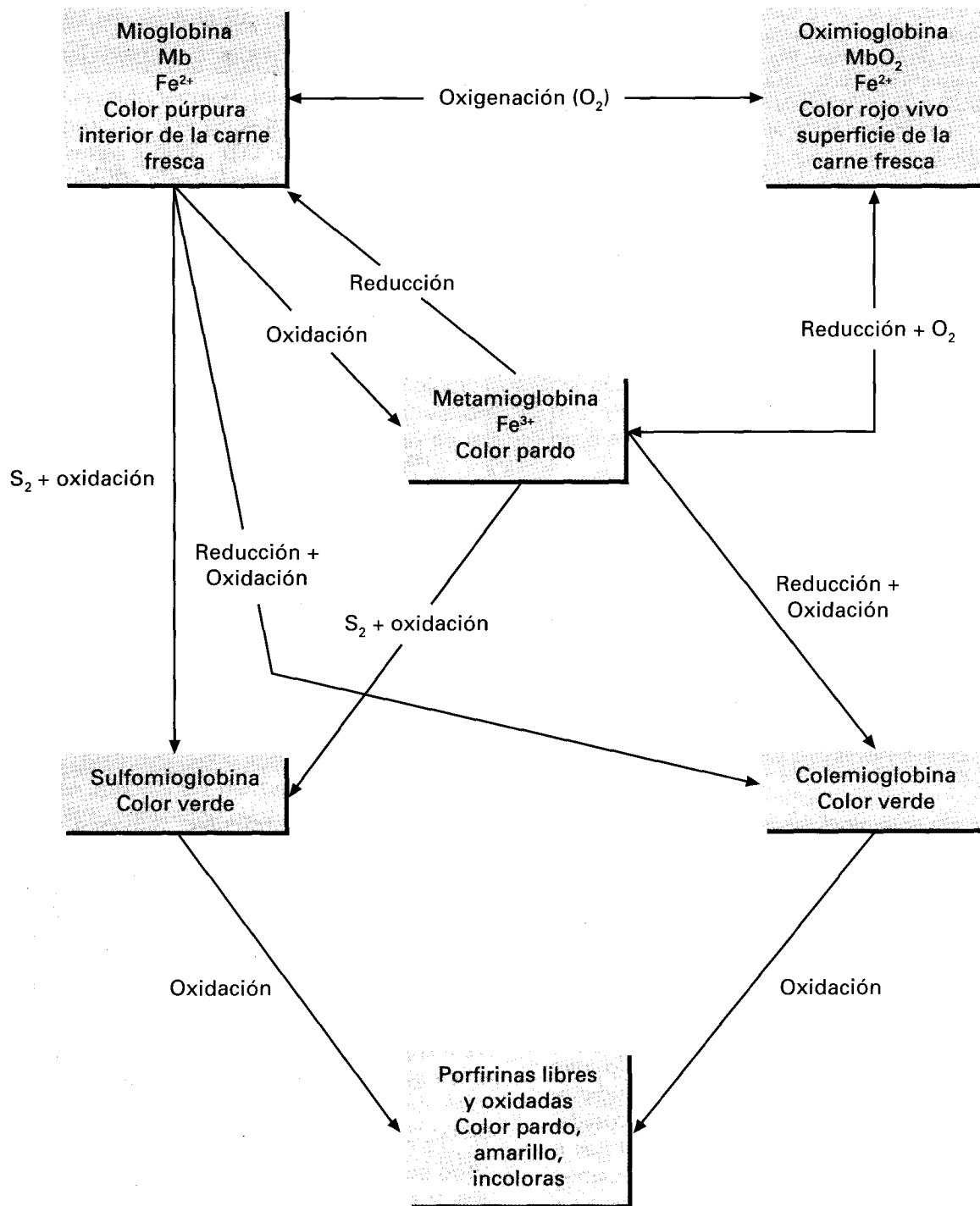


Figura 14.5. Modificaciones de la mioglobina de la carne no sometida a tratamiento (adaptado de Bodwell, C. E. et al.: *The Science of Meat and Meat Products*. W. H. Freeman and Company, 1971).

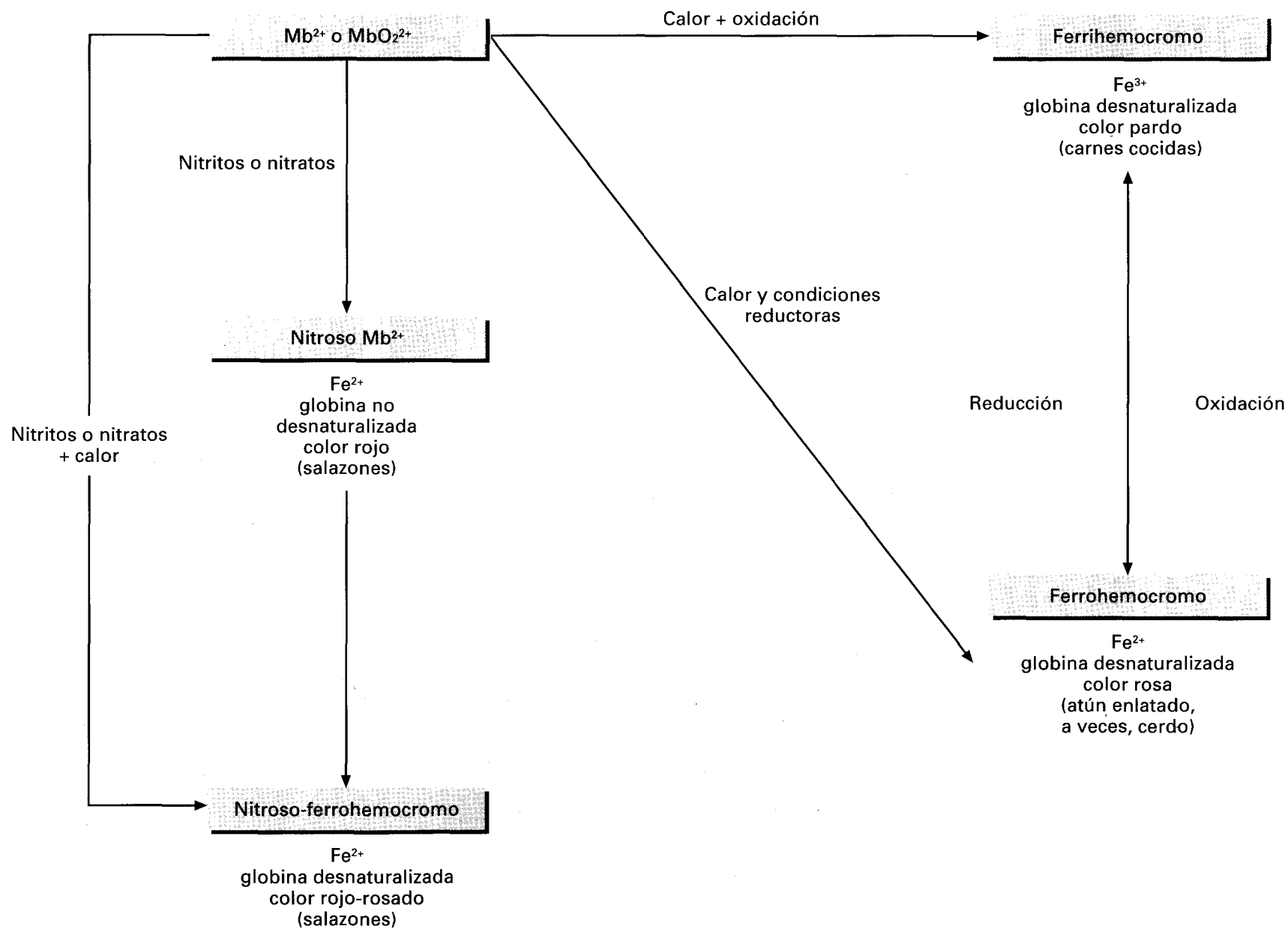


Figura 14.6. Modificaciones de la mioglobina por el calor o salazón.

La miosina posee actividad ATPásica que, en presencia de actina, se activa por mediación de iones Ca^{2+} y Mg^{2+} .

La **actina** es de estructura más simple; carece de subunidades, pero presenta dos formas: la globular o actina-G y la fibrosa o actina-F, que resulta de la polimerización de la anterior en presencia de sales. Están

ligados a la actina-G una molécula de ATP y un ión Ca^{2+} o Mg^{2+} . Su estructura espacial es fibrilar con doble hélice.

Las **proteínas reguladoras** se distribuyen periódicamente a lo largo de la actina. Sus mecanismos de unión, su relación con el calcio y su movimiento molecular son indispensables para el proceso de contracción muscular.

RECUERDA...

La ultraestructura del músculo y la contracción muscular

La arquitectura del músculo estriado tiene un sistema de integración de componentes bastante complejo. Cada músculo consta de paquetes, **haces de fibras** o células musculares que se mantienen en posición gracias a una serie de cubiertas de tejido conjuntivo, que son, de fuera hacia dentro, el **epimisio**, el **perimisio** y el **endomisio**. Por ellas llegan a ese músculo sus paquetes vásculo-nerviosos. Las fibras son largas, aproximadamente cilíndricas y multinucleadas. Es característico que presenten en su citoplasma o **sarcoplasma** un conjunto de **miofibrillas** constituidas por proteínas contráctiles y proteínas reguladoras, que forman los **miofilamentos**. Entre estas miofibrillas existe un sistema de cisternas y canalículos, denominados **sistemas T**, que permiten la circulación de iones de calcio. La disposición ordenada de los miofilamentos origina el aspecto estriado de la célula (Fig. 14.7).

Este aspecto estriado permite diferenciar varias bandas, líneas y discos en cada fibrilla. El espacio comprendido entre dos **líneas Z**, dos bandas oscuras muy visibles, se denomina **sarcómera**, estructura considerada como la unidad estructural y funcional del músculo estriado. En cada sarcómera se disponen filamentos de actina -finos- intercalados en los de miosina -gruesos-.

Según la teoría del deslizamiento de filamentos, en la contracción muscular los filamentos delgados de actina se deslizan desde cada extremo de la sarcómera hacia su centro, sobre los filamentos de miosina. Las cabezas de los filamentos de miosina establecen una unión temporal con los de actina y tiran de ellos hacia el centro de la sarcómera, produciendo su acortamiento. Cuando el músculo se relaja, se rompe el complejo de actomiosina y se liberan los filamentos finos que, de nuevo, se deslizan a su posición de reposo.

Todo el proceso se desencadena con un influjo nervioso que libera iones de calcio de los túbulos T. Estos iones se combinan con las moléculas de troponina y descubren unos puntos de unión de la tropomiosina con la miosina, estableciéndose un puente transversal entre ambas. La energía necesaria para construir este puente procede de la hidrólisis de ATP. La actividad ATPasa depende del magnesio y está ligada a la miosina, aunque, en algunos animales, lo está a la actina. Tras el agotamiento del impulso nervioso, el calcio es bombeado de nuevo a los túbulos T. Las fibras musculares deben resintetizar continuamente ATP, pues pueden almacenar sólo pequeñas cantidades del mismo.

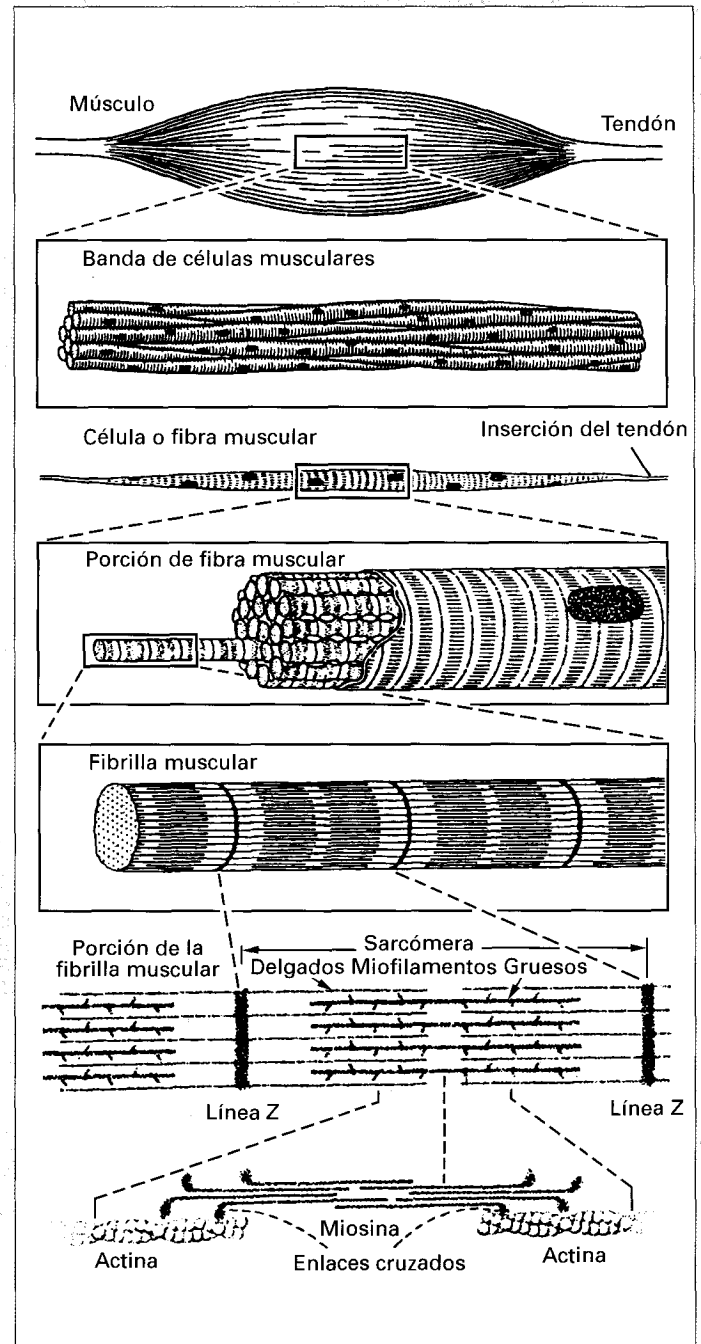


Figura 14.7. Esquema de los componentes estructurales del músculo.

14.3.2. Composición lipídica de la carne

En la composición lipídica de la carne, músculo de mamíferos y aves, se distinguen lípidos del tejido muscular y lípidos del tejido adiposo. La composición lipídica de ambos tejidos puede ser completamente distinta para la misma especie.

Los lípidos que hay en la porción magra contienen una cantidad de fosfolípidos mayor que la del tejido adiposo, con ácidos grasos más insaturados que los correspondientes a los triglicéridos simples. Este mayor grado de insaturación puede ocasionar problemas de oxidación de estas grasas, acelerando las reacciones de deterioro de la carne.

Dentro de una misma especie, los músculos rojos contienen más lípidos que los blancos. El tipo de ácidos grasos del tejido muscular también depende de la especie; así, la grasa de las aves es más insaturada que la del cerdo, que, a su vez, lo es más que la del ganado vacuno u ovino (Cuadro 14.3).

Cuadro 14.3. Grado de saturación de los ácidos grasos de lípidos musculares en distintas especies. (Adaptado de Fennema, O. R.: *Química de los alimentos*. Ed. Acribia. Zaragoza, 1992.)

Especie	% Saturados	% Monoenoicos	% Polienuicos
Vacuno	40 - 71	41 - 53	0 - 6
Cerdo	39 - 49	43 - 70	3 - 18
Carnero	46 - 64	36 - 47	3 - 5
Aves	28 - 33	39 - 51	14 - 23

14.4. Fenómenos en el sistema proteico muscular tras el sacrificio del animal

Cuando, con el sacrificio, se interrumpe la oxigenación de la masa muscular del animal, se desencadenan una serie de procesos que son comunes a la mayoría de los animales tras la muerte, pero que en los productores de carne tiene especial significación, pues influyen de manera decisiva en la calidad de ésta.

14.4.1. Rigidez cadavérica

La rigidez cadavérica o **rigor mortis** es el resultado de la unión irreversible entre las proteínas contráctiles, la actina y la miosina, fundamentalmente. Suele aparecer una hora después de la muerte del animal y puede durar varias horas; por ejemplo, el buey, a 20°C, se completa en un período de diez a doce horas.

La irreversibilidad se debe a la disminución del contenido del ATP, puesto que la velocidad de síntesis se va haciendo inferior a la de hidrólisis al privar al músculo de oxígeno. Al interrumpirse la circulación y el consiguiente aporte de oxígeno, el potencial redox del tejido disminuye de unos +250 a -50 milivoltios.

Además, las membranas celulares pierden su capacidad de retención de iones calcio, inundándose con él las miofibrillas; como consecuencia de esto, se generaliza el "desenmascaramiento" de los puntos de unión actina-miosina.

A todo esto hay que añadir que la hidrólisis del ATP aún disponible libera restos fosfóricos que no se pueden metabolizar, y el pH disminuye de un 7,2 a un 5,5, pH que intensifica la unión de las proteínas. Como, además las cadenas proteicas se encuentran cerca de su punto isoelectrico, tienden a aglutinarse y a dar una estructura casi cristalina, lo que motiva un descenso de la capacidad de retención de agua que influye desfavorablemente en la textura de la carne. Tal disminución del pH se ve favorecida por el inicio de glicolisis anaerobia, pues falta oxígeno en las células, la cual produce ácido láctico.

La intensidad de los fenómenos que se producen durante la rigidez cadavérica dependen, fundamentalmente, del estado del animal en el momento de su muerte y de la temperatura a la que se almacene la canal.

PARA SABER MÁS...

Los animales sacrificados que han pasado hambre o que han padecido estrés tienen agotadas sus reservas de glucógeno; por tanto, tras la muerte desciende rápidamente el contenido de ATP en el músculo, lo que ocasiona el endurecimiento de la carne y la disminución de la capacidad de retención de agua, aunque el descenso del pH sea pequeño por la escasez de glucógeno. Este efecto origina serios inconvenientes desde el punto de vista microbiológico, pues favorece la proliferación de gérmenes que en un pH más ácido no evolucionarían.

Todos estos problemas han llevado a pensar en la adopción de ciertas medidas para el sacrificio de las reses, como pueden ser que éste sea lo menos traumático posible o que no se haga inmediatamente después de un traslado.

Si, después de la muerte, no se enfría el cuerpo del animal, el pH desciende con rapidez a un nivel muy bajo, lo que puede acarrear la desnaturalización de las proteínas musculares y el hecho de que una gran parte del agua del gel miofibrilar se expulse hacia los espacios intercelulares o, incluso, exude fuera del tejido. Esto modifica muy desfavorablemente la textura de la carne, que expulsa el agua cuando se mastica y dejando un residuo fibroso muy seco.

En cambio, si el músculo alcanza una temperatura de 0°C a 1°C antes de que aparezca la rigidez, o si se congela, la rigidez sólo aparece en la descongelación y el endurecimiento es acusadamente rápido e intenso, y está precedido de una contracción del músculo sobre todo si no se mantuvo en extensión por el esqueleto.

En la práctica, interesa, por tanto, no enfriar con demasiada rapidez la canal, de manera que el músculo entre en el estado de rigidez a temperaturas comprendidas entre 14°C y 19°C, pues a ellas la contracción es mínima; igualmente, se ha de procurar no congelar la carne antes del estado de rigidez completo.

14.4.2. Maduración

El proceso de maduración consiste en una proteólisis limitada llevada a cabo por enzimas intracelulares, la cual hace que desaparezca la rigidez; de esta forma, la carne se vuelve más tierna y aumentan otras propiedades, como el color, el sabor o su carácter succulento.

En la duración del proceso también ejerce una fuerte influencia la temperatura; así, para la carne de vaca son precisos quince días a 0°C, dos días a 20°C y un solo día a 43°C. La dureza es menor si la rigidez fue inicialmente poco intensa. No obstante, el tiempo de maduración también depende de los hábitos alimenticios de las poblaciones, de manera que hay zonas en las que este tiempo se alarga hasta bordear lo sanitariamente saludable.

La maduración de la carne se acompaña de diferentes reacciones: oxidación de lípidos, formación de nucleótidos como la hipoxantina, formación de amoníaco, sulfato de hidrógeno, diacetilo, acetona, acetaldehído, etc., que contribuyen a su sabor y aroma definitivos.

14.5. Canales

14.5.1. Clasificación y valoración de las canales

La clasificación y valoración de las canales varía según los países, a pesar de los esfuerzos que organismos como la FAO y la OMS hacen para unificar criterios.

Los métodos de valoración se basan en la especie, la raza, la conformación de la canal, el grano de la carne, el floreado de sus diversas partes, la proporción de carne, grasa y hueso, la coloración, el peso, la edad, etcétera. Para todas las especies, la aptitud de la raza, es decir, la capacidad de producir carne, leche o ambos productos, interviene de forma significativa, tanto en el rendimiento de la canal, como en la calidad y en las características organolépticas de la carne. Así, las razas Charolesa, Limusin, Aberdeen Angus y Hereford, producen excelente carne de vacuno. Lo mismo ocurre con

ovinos, caprinos y porcinos que tienen razas especializadas. En consecuencia, junto con las características de la clasificación que a continuación exponemos hemos de añadir una valoración de la raza de las que las carnes proceden.

En España, la clasificación tradicional corresponde al siguiente esquema:

• Vacuno mayor:

– *Primera clase.* Canales de ganado joven, novillos y novillas, que han mudado las palas (incisivos inferiores). Como individuos jóvenes que son, deben tener una abundante musculatura, lo que da a la canal un perfil convexo. La grasa de cobertura, es decir, lo que no infiltra los músculos, será blanca y estará ampliamente distribuida por toda la canal. La carne presenta un grano fino al corte y una flor discreta. El color de la carne es rojo vivo.

– *Segunda clase.* Canales procedentes de reses adultas, ya sean sementales o vacas de cría, pero con un buen estado de carnes. El aspecto de la canal es más rectilíneo que en el caso anterior, al ser menos potentes las masas musculares. La grasa de cobertura se distribuye de modo más irregular y tiende a ser más amarilla cuanto más edad tiene el animal del que procede. El grano de la carne es menos fino que el de la primera clase lo que se traduce en que es menos jugosa. El color de la carne es rojo intenso.

– *Tercera clase.* Canales de animales viejos, con perfiles convexos por la pérdida de masa muscular. La grasa de cobertura es escasa y muy amarillenta. La carne tiene un grano grueso, por lo que resulta bastante dura. El color es rojo oscuro.

• **Vacuno menor.** Se trata de terneros y terneras, es decir, de animales que aún conservan la dentición de leche:

– *Primera clase.* Canales de animales con cuatro o seis meses de edad que no superan los 120 kg de peso. Los perfiles son convexos y la grasa de cobertura, de color blanco-céreo. La carne tiene grano fino, es de color rosa pálido y casi carece de infiltración grasa. El aspecto general de la canal es muy blanco, por lo que recibe el nombre de **ternera blanca**.

– *Segunda clase.* Canales convexas de animales con doce a dieciocho meses y un peso comprendido entre 200 kg y 300 kg –a veces, algo más–. La grasa es de cobertura blanca. Las carnes son de grano fino, algo más rosáceas que las anteriores y con cierta infiltración grasa.

– *Tercera clase.* Animales con perfiles más rectilíneos. Pueden ser menores o mayores de doce meses; el grano es fino y la carne, rosácea, pero flácida, lo que le resta categoría.

• **Ovino y caprino mayor:**

– *Primera clase.* Canales de aspecto cilíndrico, convexas, procedentes de reses castradas. La grasa de cobertura es abundante y de color amarillo rojizo. La carne tiene grano grueso.

– *Segunda clase.* Reses que, inicialmente, se habían destinado a la reproducción o a la producción de leche y que ya no tienen rentabilidad económica. Las carnes presentan un buen estado y perfiles rectilíneos. El grano es grueso y el color rojo oscuro.

– *Tercera clase.* Reses con escasa masa muscular. El aspecto es cóncavo y se notan los huesos. Son carnes sin grasa, de grano grueso y color rojo oscuro.

• **Ovino y caprino menor:**

– *Primera clase.* Corderillos lechales que pesan entre 10 kg y 14 kg. Las carnes son blancas, de grano muy fino. La grasa de cobertura se extiende por toda la canal y el aspecto es anacarado.

– *Segunda clase.* Se trata del cordero pascual de, al menos, 14 kg de peso en vivo y dos meses de edad como mínimo. La grasa de cobertura es irregular y la carne es de grano fino y de color rojo vivo.

– *Tercera clase.* Corderos que alcanzan 30 kg en vivo y con aproximadamente, tres meses de edad. Son canales de aspecto cilíndrico, con carne blanca y grano fino. La grasa de cobertura es abundante y el sabor, excelente.

• **Porcino y equino.** Dado que en nuestro país el consumo de carne equina es muy escaso, nos ocuparemos de las categorías en el ganado porcino:

– *Primera clase.* Cebones castrados de entre 75 kg y 90 kg, con aspecto convexo y un espesor medio de tocino de 2 cm. La carne es rosácea, de grano fino y con una discreta infiltración grasa.

– *Segunda clase.* Canales grasas con un espesor medio de tocino de más de 3 cm. La carne tiene color rojo claro y grano grueso. La infiltración grasa del músculo nunca es la correcta, pues es excesiva o deficiente.

– *Clase industrial.* Corresponde a animales reproductores desechados al final de su vida activa o

a animales excesivamente grasos. Lógicamente, no se libran del consumo y se destinan a aprovechamientos industriales, como la fusión de grasas.

14.5.2. Despiece de las canales

Las canales, una vez obtenidas, se deben reducir a piezas de tamaño manejable; para ello, se hacen cortes que dan como resultado piezas de carne que suelen tener un nombre específico, nombres que pueden variar de unos países a otros e, incluso, entre regiones.

En general, se suele distinguir unos cortes mayores mediante los cuales se divide a la canal: primero, en dos piezas simétricas, cortándola por el centro de la columna vertebral y luego, en cuartos anteriores y posteriores, mediante un corte entre las costillas 12 y 13. Una vez obtenidos estos cuartos, se dividen en cortes menores.

Se distinguen varias categorías según la zona del animal de donde proceda la carne; estas categorías se determinan en función de la suavidad de la carne, la fibrosidad y la presencia de hueso o ausencia de tejidos no comestibles. Se diferencian cuatro categorías:

- **Categoría extra:** zonas muy tiernas, que tienen una carne muy jugosa de grano fino y el infiltrado de grasa tiene una disposición discreta y equilibrada. Son zonas comestibles en un 90% a un 95%, excepto en el cordero, en el que hay más hueso.
- **1.ª categoría:** zonas comestibles en un 90%, algo más fibrosas que las de la categoría extra.
- **2.ª categoría:** zonas más duras y fibrosas y con mayor desperdicio por la existencia de hueso y tendones.
- **3.ª categoría:** carnes ricas en tejido conjuntivo con bastante desperdicio (Fig. 14.8).

Cada una de estas piezas, en función de su categoría, fibrosidad, infiltración de grasa..., tiene un tratamiento culinario idóneo para su mejor aprovechamiento.

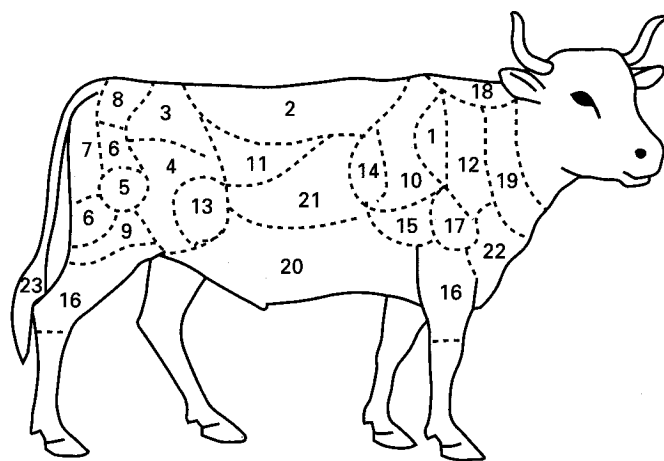
14.6. Inspección en mataderos

Nos ocuparemos aquí de las principales pautas que se siguen en la inspección de mataderos, ya que es uno de los factores básicos de garantía de la carne que se libra al consumo.

La inspección de la carne conoce dos fases: inspección antemortem e inspección postmortem. Ambas se complementan y permiten detectar, en un porcentaje elevadísimo, tanto las canales que no pueden librarse al consumo, como los fraudes en la producción cárnica. Veamos cada una de ellas.

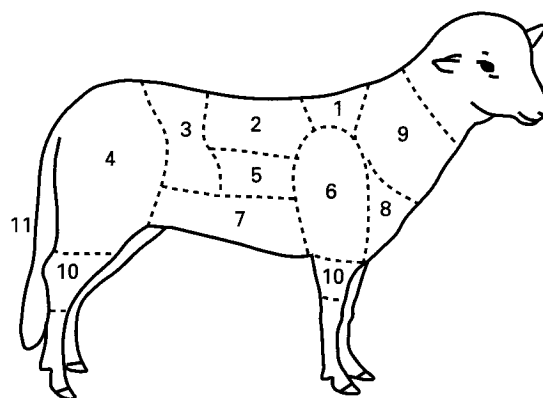
BUEY Y TERNERA

- Extra:* 1. Solomillo.-2.Lomo.
- Primera:* 3. Cadera.-4. Babilla.-5. Tapa.-6. Contra.
7. Redondo.-8. Tapilla.
- Primera B:* 9. Culata de contra.-10. Espaldilla.
11. Pez.-12. Aguja.-13. Rabillo de cadera.
- Segunda:* 14. Liana.-15. Brazuelo.-16. Morcillo.
17. Aleta.-18. Morrillo.
- Tercera:* 19. Pescuezo.-20. Falda.-21. Costillar.
22. Pecho.-23. Rabo.



CORDERO

- Extra:* 1. Chuletas de aguja.-2. Chuletas de palo.
3. Chuletas de riñonada.
- Primera:* 4. Pierna.
- Segunda:* 5. Costillar.-6. Paletilla.
- Tercera:* 7. Falda.-8. Pecho.-9. Pescuezo.-10. Garrón.
11. Rabo.



CERDO

- Extra:* 1. Cinta de lomo.-2. Solomillo.
- Primera:* 3. Pierna (magro).
- Segunda:* 4. Paletilla.-5. Chuletas de aguja.-6. Costillar.
- Tercera:* 7. Tocino.-8. Panceta.-9. Careta.-10. Morro.
11. Papada.-12. Orejas.-13. Codillos.
14. Rabo.-15. Pies.

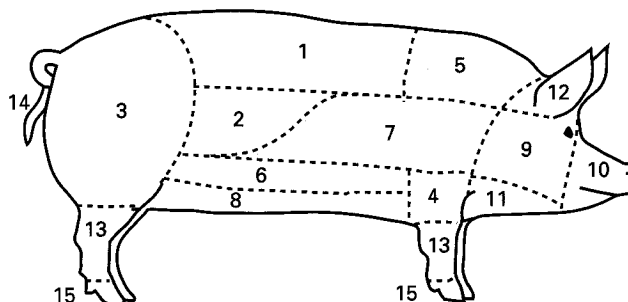


Figura 14.8. Categorías y nombres de las piezas de carne de diferentes especies de consumo.

14.6.1. Inspección antemortem

La inspección de animales vivos es básica, ya que detecta enfermedades de sintomatología muy clara en el animal vivo pero difíciles de identificar tras el sacrificio, salvo que se utilicen costosos y lentos métodos de laboratorio.

El veterinario del matadero reconoce al animal en los lugares destinados al descanso una vez que ha transcurrido un tiempo suficiente para que los animales cansados por el transporte se recuperen, distinguiéndolos,

de este modo, de los que están realmente enfermos. La inspección se basará en un reconocimiento clínico ordinario, completo, por aparatos y con los métodos habituales de diagnóstico. Se prestará especial atención a la piel y las mucosas. Si se trata de hembras, hay que detenerse en el estudio del aparato genital y las mamas. Un buen reconocimiento, incluyendo en él la termometría, nos servirá para diferenciar los animales sanos de aquéllos que resulten sospechosos y que, en consecuencia, requieran análisis más profundos con técnicas de laboratorio.

Hay que dedicarse especialmente al estudio de las posibles adenopatías de los animales que se van a sacrificar. La inflamación de los ganglios linfáticos siempre es indicativa de algún trastorno más o menos severo que requerirá investigaciones complementarias. Si no se tiene la completa seguridad de que el animal reúne las condiciones higiénico-sanitarias adecuadas para el sacrificio, se ha de recurrir a técnicas de laboratorio.

Por último, hay que valorar la presentación que el ganadero da a sus reses: limpieza, estado de carnes...; estos datos ayudan a conocer el estado de la explotación, la modernidad de sus instalaciones, la profesionalidad del ganadero...

14.6.2. Inspección *postmortem*

La inspección *antemortem* queda completada por la *postmortem*, que se realiza de inmediato tras el sacrificio del animal. Las normas de la UE especifican que no se podrá separar ninguna parte de la canal antes de llevar a cabo dicha inspección.

El técnico veterinario vigilará la sangría del animal, proceso que ha de efectuarse con todo rigor y que garantiza la calidad de la carne. El color de la sangre y el tiempo que tarda en coagularse pueden ser indicativo de patologías graves. Después observará la evisceración y la limpieza de la canal, y hará lo siguiente:

- Estudiar el aspecto macroscópico de las vísceras, buscando cualquier tipo de alteración, como coloraciones anormales, nódulos, zonas de induración, etc. Cuando existan sospechas, practicar cortes en el pulmón, el hígado, el bazo, el útero, las ubres y la lengua.
- Seccionar un hueso largo para observar la médula ósea y sus posibles alteraciones.
- Si lo estima conveniente, tomar muestras para estudios histológicos, microbiológicos y toxicológicos de laboratorio.
- Tomar muestras para el análisis triquinoscópico sólo en las reses porcinas.

14.7. Principales derivados cárnicos

Son derivados cárnicos todos aquellos productos alimenticios preparados total o parcialmente con carne o con despojos animales y sometidos a diferentes tratamientos que modifican sus características primitivas.

Actualmente, la industria alimentaria permite obtener una enorme variedad de productos mediante el empleo de carnes de distintas especies, la combinación de tratamientos tecnológicos, la adición de otros

nutrientes o las mezclas de nutrientes o aditivos, las diversas presentaciones finales del producto... No hay más que observar los escaparates o mostradores de las charcuterías para comprobar la enorme gama de productos que se ofrecen al consumidor. En este apartado nos referimos a las técnicas fundamentales que permiten obtener derivados utilizando, en algún caso, alguno de estos productos como representante del grupo analizado.

14.7.1. Productos desecados

Desecar es una de la más antiguas técnicas de conservación de los productos cárnicos. Consiste en eliminar agua por exposición al aire y al sol, en las técnicas tradicionales, o en exponer al aire seco y caliente (entre 40°C y 50°C), en las técnicas industriales. Para facilitar el proceso, la carne se debe cortar en tiras no excesivamente gruesas.

Uno de los factores primordiales que intervienen en la conservación de la calidad del producto desecado es la temperatura de trabajo. Así, las temperaturas altas desnaturalizan las proteínas musculares ocasionando importantes cambios de textura; asimismo se funden las grasas que normalmente no son retenidas en el producto desecado. Otra reacción que sufre el tejido muscular deshidratado es el pardeamiento enzimático.

Durante el almacenamiento también pueden aparecer modificaciones; la fundamental, como factor limitante de su vida útil, es la oxidación lipídica. La magnitud de estos cambios depende de las condiciones de almacenado, de temperatura, de humedad, de concentración de oxígeno, etc..., así como la técnica de procesado y la calidad de la materia prima.

Con frecuencia, una técnica de desecación se combina con algún otro proceso; es lo que ocurre con la **cecina** o **tasajo** que se prepara mediante tiras de carne prensada, sometida a salazón, desecada y curada al frío.

Entre estas técnicas es posible destacar la liofilización, cuya proyección más importante se da a nivel industrial, para preparar pequeños trozos de carne que se utilizan en la confección de sopas, rellenos, etc.

14.7.2. Productos curados

La técnica del curado consiste en la adición de cloruro sódico, nitrito sódico y nitrato sódico a la carne; es discrecional añadir azúcares junto con otros ingredientes para mejorar el sabor.

La presencia de sales nítricas asegura el mantenimiento del color del producto, debido a su combinación con la mioglobina, e impide el crecimiento de flora patógena, especialmente, la anaerobia, y en con-

creto, de *Clostridium*. En principio, la sal favorece la exudación osmótica de agua y luego estabiliza las condiciones osmóticas, paralizando esta exudación. Cuando se recurre a otros compuestos, la sacarosa se encarga de favorecer el desarrollo de bacterias nitro-reductoras, y los polifosfatos de sodio, de impedir elevadas pérdidas de agua, aunque su exceso reduce la calidad organoléptica de los productos.

El alimento curado prototípico es el jamón. Para prepararlo se enfrían los cuartos de res a 3°C o 4°C y se trabaja a esta temperatura durante toda la fase de salazón. Una vez cortada y preparada la pieza, se frota con la mezcla de sal y nitratos; actualmente, el tratamiento se suele completar con una inyección de estas sales en la articulación. Más tarde se introduce en salmuera saturada y se cambia cada diez o quince días para que toda su superficie quede expuesta a las sales. Según el tamaño de la pieza, la fase dura de cuarenta a sesenta días; durante este tiempo la sal penetra hasta el tejido adiposo y las fibras. Luego, se elimina toda la sal superficial y las piezas se almacenan en locales frescos y secos para que maduren. En algunos tipos de jamones y tocínets se procede a su ahumado, con el que se busca aromatizar el producto más que conservarlo. Para las mejores calidades de jamón, esta fase dura más de un año. Tradicionalmente, esta maduración se realiza en zonas de montaña; en la industria se recurre a cámaras con aire acondicionado con 10°C de temperatura y humedad controlada, para evitar la proliferación de mohos.

14.7.3. Productos cocidos

La técnica del cocido consiste en someter la carne o mezclas de carne a un moldeo y cocción, generalmente en su envase, que, además de dar el acabado final al producto, actúa como técnica de higienización, lo que permite una conservación prolongada.

Como representante de la técnica se puede mencionar al jamón cocido. En el sistema tradicional los jamones se disponen en cubas con salmuera y sacarosa durante treinta o cuarenta días y con 3°C a 5°C. En este tiempo penetran las sales y hay una ligera fermentación láctica, así como una favorable actividad enzimática, especialmente, lipólisis.

Luego, los jamones se lavan y calientan a 30°C durante veinticuatro horas en atmósfera húmeda; en algunos casos, se ahuman. Finalizado esto, se deshuesan, se les da forma y se colocan, junto a gelatina en polvo, en moldes o en sus envases definitivos, y se cuecen a 80°C en agua o estufa. Este proceso térmico equivale a una pasteurización, lo cual, junto con la presencia de nitritos, permite una larga conservación si la temperatura no sobrepasa los 12°C.

14.7.4. Embutidos

Los embutidos son derivados cárnicos caracterizados por la preparación de una masa que puede tener como base carne, despojos y grasa —en diferentes proporciones—, y sales. A este preparado se le añaden, según el producto, especias y condimentos, frutos secos, almidones, hortalizas, verduras...; una vez que la masa está lista, se introduce en tripa natural o artificial y se procede a su acabado, que puede consistir en cocer el producto, ahumarlo, secarlo, curarlo como el jamón, o en una combinación de estas técnicas.

Si el producto se acaba por curado, se suele necesitar un tiempo de reposo una vez embutida la masa en la tripa. El curado se realiza por maduración en secaderos en los que tiene que existir un control bastante riguroso de la temperatura y la humedad, ya que, tanto la microflora que se genera como los procesos enzimáticos y fermentativos, dependen de ambos parámetros para su correcto nivel de calidad. Los productos acabados suelen tener un contenido medio en agua de un 30%, un pH ligeramente ácido (entre 5 y 5,3) y una a_w baja, de 0,75 a 0,85. Como prototipo de estos productos se puede citar el salchichón.

Son casos opuestos las salchichas; en ellas, la masa se realiza a base de carne de cerdo o de vaca, según la clase, sometida a una salazón ligera, triturada —también más o menos fina según el tipo— y mezclada con tocino y algunos otros ingredientes. La masa se embute en tripa natural o artificial, que tiene la función de mantener el agua y la grasa durante los tratamientos posteriores. Según la modalidad de salchicha, se procede a su cocción, ahumado o secado. Así, por ejemplo, las salchichas tipo Frankfurt se cuecen en agua y, luego, se ahuman. Si se van a conservar envasadas, se puede retirar la tripa antes del envasado.

Recientemente se ha puesto a punto un procedimiento que permite prescindir de la tripa; consiste en inyectar la masa en un molde que se calienta hasta la coagulación de la proteína.

14.7.5. Otros derivados cárnicos

□ Gelatinas

Las gelatinas resultan de disolver colágeno por calor. Para fabricarlas se utilizan huesos, piel y tendones, si bien el hueso da problemas por su grado de mineralización.

Tienen un amplio uso en tecnología alimentaria, pues intervienen en la confección de geles en postres, de espesantes en salsas y sopas, y se emplean como espumantes en productos aireados. Además, fijan agua, evitan la exudación e impiden la cristalización de azúcares. El producto acabado se presenta en estado sólido, en bloques, o en forma de polvo.

□ Extractos y jugos de carne

El extracto se suele obtener de carne muy triturada, carne de baja calidad y despojos por los que se hace pasar una corriente de agua a 90°C; el líquido resultante se sala y concentra por evaporación. El producto final es un residuo al que se puede añadir condimento y que se envasa en tarros de cristal para su esterilización. Se utiliza para enriquecer caldos y salsas.

El jugo resulta al exprimir carne cruda troceada; la de mayor rendimiento es la de buey. El producto obtenido se sala y se le añade glicerina para facilitar su conservación; si resulta muy líquido, se concentra al vacío. El jugo tiene los mismos usos que el extracto de carne.

□ Carne soluble

La carne soluble se obtiene por hidrólisis ácida con clorhídrico y pepsina de mezclas de carnes; al producto se le añaden sal y conservantes. No tiene otro uso que el industrial.

□ Caldo de carne

El caldo de carne se elabora con carnes de distinta calidad y más o menos grasas, según sea el producto final que se busque. Se suelen añadir sal, potenciadores de sabor y condimentos; el caldo admite muchos tratamientos tecnológicos, como la concentración o la liofilización.

14.8. Aves de criadero

El consumo de carne de ave, en especial, de pollo, se ha incrementado notablemente en España, hasta el punto de que en la actualidad es uno de los alimentos básicos, con una incidencia significativa en el índice de precios al consumo (IPC). Recientemente, se ha observado un aumento en consumo de carne de pavo y, poco a poco, se está introduciendo el de carne de avestruz. Por otra parte, en nuestro país existe una gran tradición en el consumo de aves procedentes de la caza, como la perdiz y la codorniz y, de forma más moderada, el faisán, la pintada y el colín de Virginia.

Con razas seleccionadas se logra producir, en unas ocho semanas, pollos de aproximadamente 1,5 kg, en granjas avícolas en las que las condiciones de temperaturas, de humedad, de alimentación, de higiene, etc., están estrictamente reguladas.

La manipulación de las aves, es decir, su sacrificio e industrialización, se debe llevar a cabo en instalaciones diferentes a las destinadas para animales de abasto, dada la especial predisposición de las aves a la contaminación con distintos gérmenes—entre ellos, *Salmonella*—, así como a los restos que deja el plumaje.

14.8.1. Sacrificio de las aves

Debemos distinguir entre los sacrificios familiares, cada vez menos frecuentes, y los que se hacen a nivel industrial en mataderos de aves.

□ Sacrificio doméstico de aves

El sacrificio doméstico sigue existiendo, en los pueblos, fundamentalmente, de gallinas o de machos de cierta edad que no sirven para la reproducción o la puesta. Entre los métodos utilizados, destacamos éstos:

- **Desnucado**, desarticulando la cabeza del cuello.
- **Degolladura**, dando un corte profundo entre las fauces hasta llegar a la columna vertebral.
- **Apuntillado**. Con un clavo o con un cuchillo se practica una incisión entre el cráneo y el hueso atlas.
- **Corte en el cráneo**, profundizando hasta la masa cerebral.
- **Presión en el pecho**, hasta conseguir la asfixia del animal.

Aunque los granjeros o los propietarios de los animales hacen estos sacrificios con gran pericia, el posterior faenado del animal queda al margen del correspondiente control veterinario, de modo que estas aves se destinan únicamente al consumo familiar.

□ Métodos industriales de sacrificio

Los sacrificios industriales se llevan a cabo en mataderos de aves. En ellos, se somete a las aves a una electrocución que evita sufrimientos. Se utilizan dos métodos: el francés, consistente en un corte en el paladar, o el que consiste en la incisión del hueso temporal. En ambos casos se pretende una rápida muerte del animal, así como un correcto sangrado. El sangrado es importante en la obtención de carne de cualquier animal de abasto, pero lo es más en las aves, ya que un defectuoso sangrado incidirá de manera significativa tanto en las condiciones organolépticas de la carne, como en su posterior conservación.

14.8.2. Escaldado y desplumado de las aves

El escaldado es absolutamente necesario para facilitar la operación de desplumar mecánicamente sin causar lesiones a la piel de las aves. Para hacerlo, se introduce al animal en el agua caliente (entre 50°C y 60°C). Una vez escaldado se procede a un desplumado mecánico en máquinas provistas de dediles o discos de goma, que pellizcan y extraen las plumas con un mínimo deterioro de la piel. En ocasiones, hay que completar esta ope-

ración con el descañonado de pescuezos y patas y con el chasmuscado, para eliminar el plumón.

14.8.3. Evisceración de las aves

Al igual que ocurre con otros animales de abasto, la evisceración de las aves es básica, ya que, de no llevarse a cabo de forma correcta, implicará la contaminación por el contenido intestinal, con el consiguiente riesgo para la salud del consumidor. Se eviscera dando un corte abdominal bajo y extrayendo el paquete intestinal. En la canal permanecen los pulmones, el corazón, el estómago, el hígado y los riñones. En los machos se dejan los testículos y en las hembras, los ovarios. Tras la evisceración se procede a un cuidadoso lavado de la canal, con objeto de eliminar todos los restos contaminantes. En algunas industrias, al hacer la evisceración, se elimina también la bolsa de la hiel (vesícula biliar); en otras, permanece.

14.8.4. Preparación de la canal

Existen diversas formas de preparar las canales. La más corriente es la del ave eviscerada que conserva patas, cabeza y cuello; esta preparación se llama de **ave entera** (pollo entero). Si el ave eviscerada carece de patas, cabeza y cuello, tenemos el **ave limpia** (pollo limpio), que en el mercado alcanza un precio superior al del ave entera. No obstante, cada vez es más frecuente el troceado de las canales y la venta de sus diferentes partes por separado, con las siguientes presentaciones:

- **Muslos o jamón de pollo.**
- **Pechugas.**
- **Cuartos de pollo** (muslos y contramuslos o pechugas).
- **Medias canales de pollo.**
- **Filetes de pechuga.**
- **Filetes de muslo.**
- **Alitas o alones de pollo.**
- **Chuletas o filetes de contramuslo.**

Cuando las canales se trocean o se preparan, quedan una serie de productos, de menor valor comercial, que se venden por separado. Se trata de estos productos:

- **Despojos**, formado por la cabeza, el cuello y las patas.
- **Mollejas.**
- **Hígados y corazones.**
- **Esqueletos**, usados para caldos o para alimentar a los animales de compañía.

Tanto las canales como las aves ya troceadas pueden venderse sin envasar. No obstante, va siendo corriente el envasado en bandejas autorizadas, con envoltura plástica y el correspondiente etiquetado, en el que figuran, además del peso y el precio, la parte del ave o la denominación comercial que tenga, la fecha de consumo preferente y la industria de procedencia. Para las canales es obligatoria la presencia de un marchamo de garantía sanitaria.

14.8.5. Conservación

Dada la facilidad con que se contaminan las aves, especialmente, por *Salmonella*, se precisa un estricto control bacteriológico y unas rápidas y eficaces medidas de conservación. Antes de su comercialización en fresco, se someterán a refrigeración, de modo que alcancen los 0°C de temperatura en el interior de su masa muscular. En el transporte y en la exposición en locales de detallistas, se deberán asegurar las condiciones de refrigeración. El deterioro, con su olor típico, es rápido cuando la refrigeración se pierde.

En cuanto a la congelación, se seguirán las medidas propuestas para otras carnes, y se tendrá especial cuidado en que la congelación sea rápida y la cadena de frío no se interrumpa posteriormente.

14.9. Otras aves de consumo humano

Algunas de las especies de aves que se destinan al consumo proceden de criaderos; entre ellas, destacamos el pavo, la perdiz y la codorniz de criadero. Estos animales siguen el apropiado control sanitario y su compra en establecimientos avícolas supone una garantía para el consumidor. Sin embargo, las aves procedentes de la caza, dada su forma de morir y la posterior manipulación que de ellas se hace, son un riesgo potencial para el consumidor. Algunas de ellas proceden de criaderos y de parques de vuelo, y se sueltan en los cotos de caza. Otras, habitan en los propios cotos, sin control sanitario previo. Por tanto, es esencial que procedamos a una cuidadosa inspección de cualquier ave procedente de la caza, que la faenemos rápida y concienzudamente y que, ante la menor duda, la desechemos o solicitemos las correspondientes pruebas de laboratorio.

14.9.1. Tipos de aves de caza

Veámos cuáles son las aves de caza más frecuentes en nuestras cocinas.

□ La perdiz

La especie que más se consume es la perdiz roja. Otros tipos que también se pueden consumirse son la perdiz pardilla, la perdiz moruna y la perdiz nival o perdiz blanca.

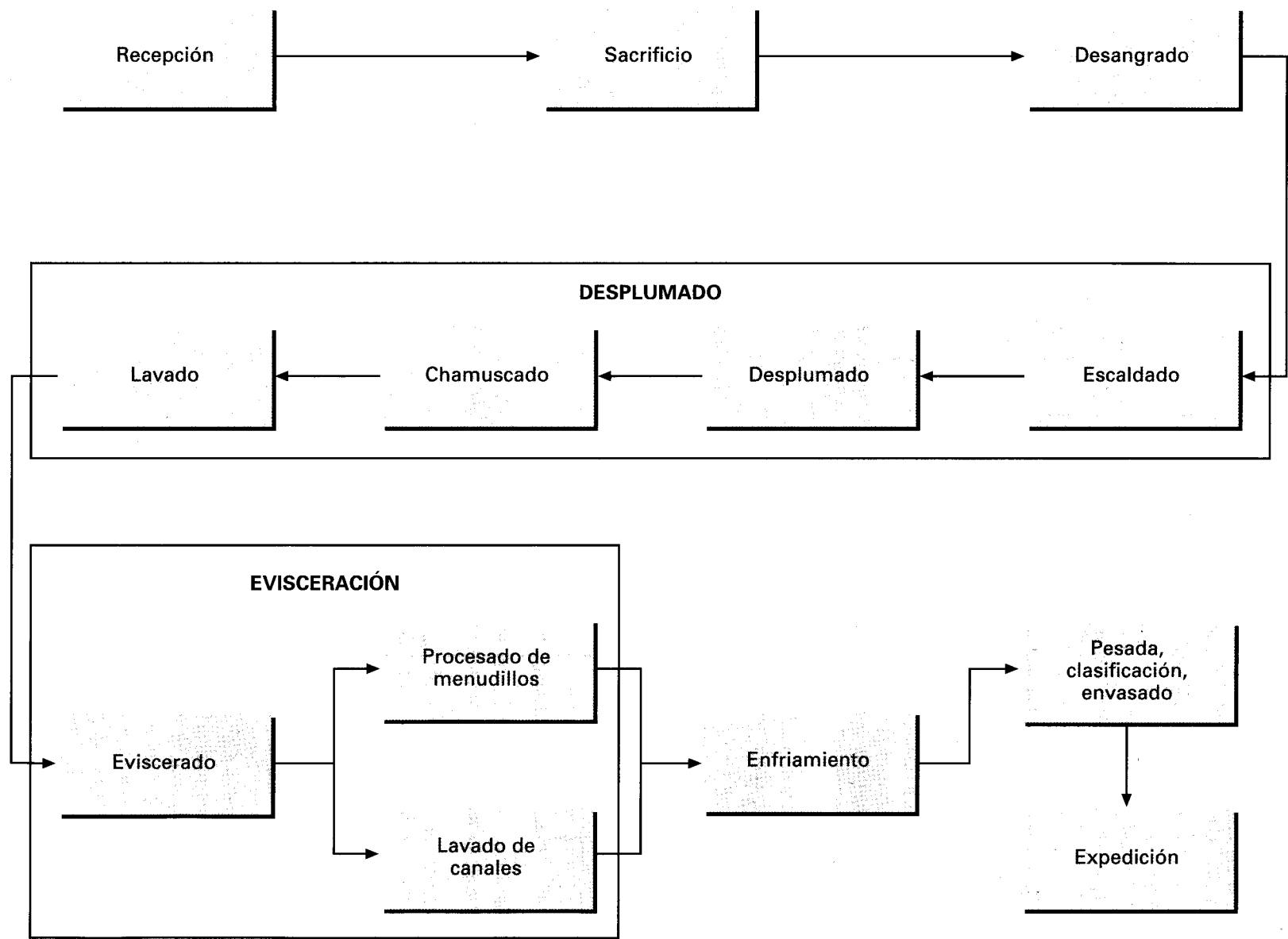


Figura 14.9. Diagrama de flujo general del procesado de aves.

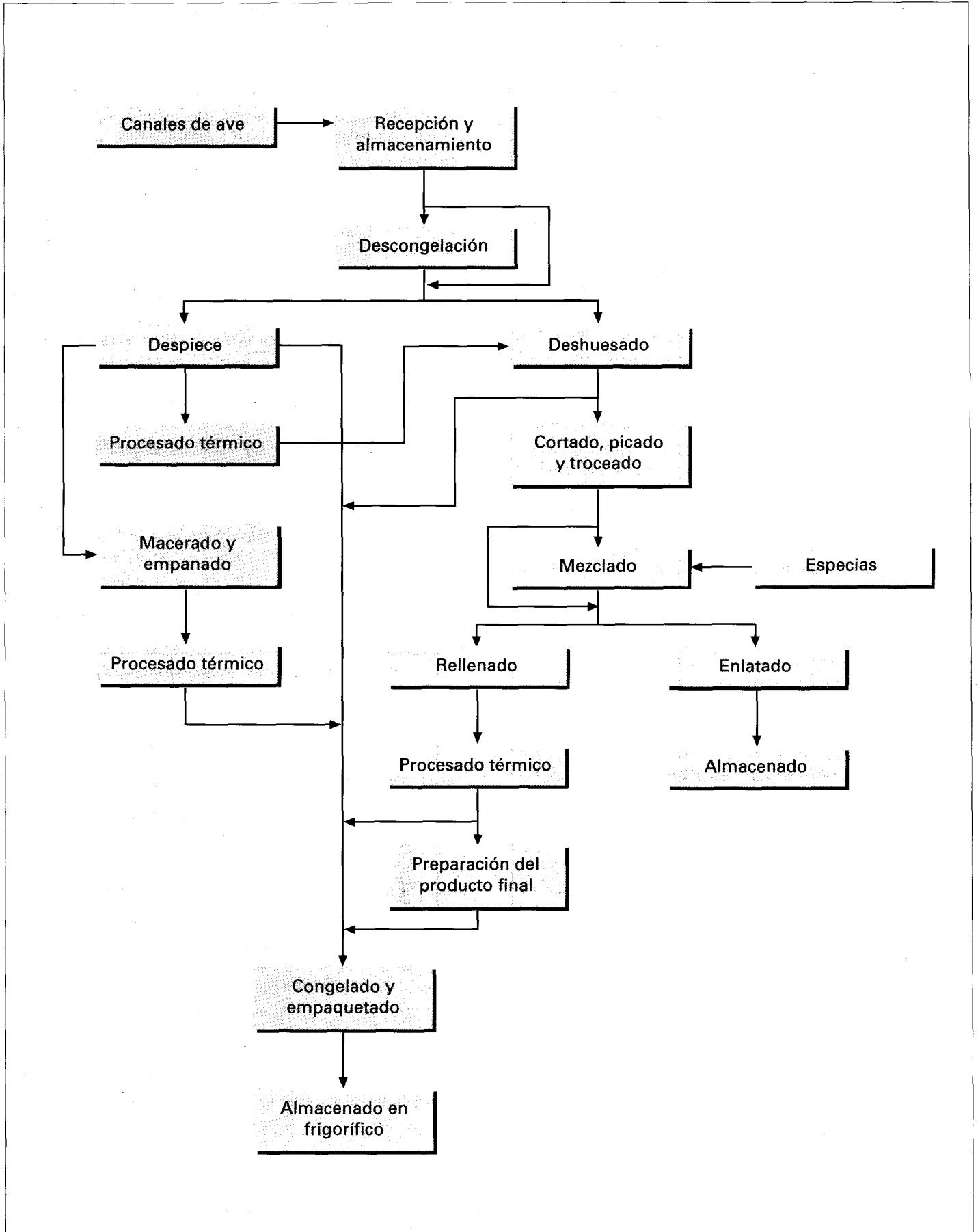


Figura 14.10. Diagrama de flujo general del procesado de canales de ave.

□ La codorniz

La codorniz es un animal de cuerpo rechoncho y macizo muy apreciada por los cazadores. Hay cinco especies de codornices, aunque en nuestro país sólo hay una, la *Coturnix coturnix*.

□ El faisán

Se trata de una de las aves más valoradas por los cazadores. Existen cotos especializados en faisanes que son repoblados con aves de criadero. Al igual que en los casos de la perdiz y la codorniz, hay diversas variedades de faisán, siendo el faisán cólquico el más común en nuestros cotos. El faisán venerado, el faisán oscuro, el faisán versicolor, el faisán collar y el faisán de Mongolia son algunas otras variedades. Actualmente se hacen cruzamientos entre las distintas especies.

□ La pintada

Las pintadas, también llamadas gallinas de Guinea, son de origen africano y se están introduciendo en criaderos del sur de España para su consumo. Abundan más como aves ornamentales en parques que como aves de caza.

□ El colín de Virginia

Este ave es un faisánido procedente de Norteamérica que se ha introducido y difundido en Europa. En España no es el ave preferida de los cazadores ni de los criaderos, por lo que sólo se encuentra en zonas muy localizadas.

14.9.2. Faenado de las aves de caza

Cuando se compran en establecimientos avícolas, las aves están evisceradas siempre. Unas veces conservan el plumaje; otras ya están desplumadas. Si proceden de los cazadores, es necesario faenarlas de la siguiente forma:

1. **Eviscerado.** Se practicará una incisión abdominal extrayendo el paquete intestinal y procurando conservar su integridad en la medida de lo posible. Una vez fuera, nos fijaremos en el contenido del intestino para descartar la existencia de vermes que, en ocasiones, abundan. Después, lavaremos cuidadosamente el interior de la cavidad para eliminar cualquier resto contaminante.
2. **Observación del hígado.** El hígado es un índice fiable para conocer el estado sanitario del animal. El hígado debe parecerse al hígado del pollo; la presencia en él de un moteado blanquecino nos llevará a pensar en la posibilidad de una coccidiosis, y el aspecto amarillento será

indicativo del hígado graso. Daremos un corte para examinar el interior.

3. **Observación de pulmones y molleja.** Cualquier anomalía en los pulmones y el contenido de la molleja será suficiente para desechar el ave o realizar estudios de laboratorio.
4. **Desplumado.** El desplumado inicial se hace a mano, tras escaldar el ave en agua caliente. Una vez que se han quitado las plumas, procederemos al chamuscado para eliminar el plumón restante.
5. **Eliminación de plomos.** Los plomos de la escopeta del cazador quedan alojados en el interior de la masa muscular, de modo que deberemos localizarlos y eliminarlos.
6. **Observación general de la carne.** Tras hacer todo lo anterior, nos fijaremos en el estado general del ave y de su carne, considerando estos criterios de frescura:
 - La piel será blanca y lisa al tacto, observándose sólo la vascularización venosa azulada propias de estas aves no sangradas en su totalidad.
 - La carne debe ser elástica, ni muy blanda ni demasiado firme, y no desprenderá un olor desagradable.
 - Las patas han de tener los espolones cortos y no estarán cubiertas de escamas. En caso contrario, estamos ante un ave vieja.
 - El esternón cederá con facilidad a la presión. La resistencia es indicativa de aves viejas.
 - El cuello será firme, no mostrará signos de debilidad.

14.10. Determinaciones analíticas de control en carnes y derivados

En este apartado nos ocuparemos de las técnicas analíticas físico-químicas fundamentales que se han de aplicar a los alimentos o grupos de alimentos más importantes tratados en la unidad. Si una técnica concreta se ha analizado en el bloque formativo anterior de lácteos y derivados, remitiremos al lector a los comentarios y explicaciones realizados allí.

14.10.1. Carne

La muestra se prepara retirando los tejidos o las cubiertas superficiales y pasándola luego por una picadora con matriz de orificios anchos.

☐ **Humedad**

Se ha de calcular el contenido a partir de la pérdida de peso de la muestra, tras desecación hasta peso constante, en mezcla con celita en polvo o arena lavada.

☐ **pH**

Se utilizará un pHmetro con electrodo de aguja, normalizando el pH con solución tampón de pH 6,88 preparada por solución de 3,40 g de fosfato ácido de potasio y 3,55 g de fosfato ácido disódico para 1 litro de solución.

Se realizarán tres medidas en tres puntos diferentes y se expresará como media de las tres.

☐ **Grasa**

La extracción se hará con el sistema Soxhlet. Para determinar ácidos grasos libres y los índices de peróxidos, saponificados y yodo, se procederá como se ha explicado para el queso.

☐ **Proteína**

Se realiza la determinación de nitrógeno por el método Kjeldahl y se aplica el factor 6,25.

☐ **Cenizas**

El procedimiento es el mismo que el indicado para la leche.

14.10.2. Carne curada

Además de las determinaciones anteriores, tratándose de la carne curada interesa determinar nitritos y sal y detectar sulfitos.

☐ **Nitritos**

Se realiza mediante la solución de los nitritos que están presentes en la muestra en agua destilada a 20°C y reacción posterior con ácido sulfanílico/ α -naftilamina. Se mide la absorbancia de la solución obtenida a 520 nm y se calcula el contenido en nitritos tomando como referencia una curva patrón hecha con soluciones de nitrato de plata en solución con cloruro sódico.

☐ **Sal**

Se prepara en caliente una solución filtrada de la muestra en agua destilada y se titula con una solución de nitrato de plata 0,1M, utilizando cromato potásico como indicador.

☐ **Detección de sulfitos**

Se mezclan entre 3 y 5 g de muestra con 0,5 ml de solución de verde malaquita al 20%. Las muestras libres de sulfito presentarán una coloración azul-verdosa, mientras que si existe sulfito, el colorante se decolora.

14.10.3. Embutidos

Además de las determinaciones indicadas para la carne y la carne curada para estos productos, es básico concretar una serie de parámetros específicos:

- Carbohidratos: 100 – (humedad + grasa + proteína + ceniza).
- Proteína del pan: carbohidratos divididos entre 6.
- Pan: carbohidratos x 1,33.
- Proteína de la carne: proteína total-proteína del pan.
- Carne magra (cerdo): proteína de la carne x 4,64.
- Carne magra (vacuno): proteína de la carne x 4,51.
- Carne total: carne magra + grasa.
- Condimentos: sal + 0,5.
- Agua añadida: 100 – (pan + carne total + condimentos).

14.10.4. Gelatinas

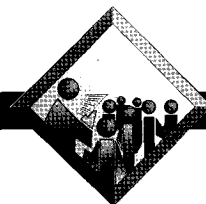
Las determinaciones habituales incluyen cenizas y humedad mediante los procedimientos ya señalados, a los que hay que añadir la determinación de cobre. Esto se consigue midiendo la densidad óptica de una solución de trabajo tomando como referencia una curva patrón de sulfato cúprico. La solución de trabajo se obtiene de la dilución en ácido clorhídrico de las cenizas resultantes de incinerar la muestra y de su reacción con acetato amónico.

14.10.5. Extractos de carne

Junto con las determinaciones generales mencionadas, hay un parámetro específico para este producto, la creatina total. Ésta se determina mediante la medida de densidad óptica de una solución de trabajo y de cálculo por referencia a una curva patrón hecha con clorhidrato de creatina. La solución de trabajo se prepara a partir de una muestra soluble y exenta de grasa que se acidifica y evapora varias veces; se realizan varias extracciones con éter y el residuo de evaporación se diluye en una solución de ácido pícrico e hidróxido sódico.

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE

- 1** Estudio descriptivo sobre las diferencias encontradas en el grano y la flor de diferentes piezas de carne procedentes de varias especies destinadas al consumo.
- 2** Elaboración de cuadros-resumen en los que aparezcan las características morfológicas diferenciales de las distintas piezas de las canales de las especies de consumo.
- 3** Diseño y realización de un estudio de campo sobre los tipos de carne y los derivados cárnicos de mayor consumo en la zona.
- 4** Visita a un matadero, haciendo un informe en el que se recoja información sobre equipamiento de las instalaciones, los procesos de trabajo, los controles existentes, el libramiento de productos, etc.
- 5** Visita a un matadero de aves, confeccionando un informe que refleje información sobre equipamiento de las instalaciones, los procesos de trabajo, los controles realizados, el libramiento de productos, etc...
- 6** Confección de cuadros-resumen sobre las principales características nutricionales de cada uno de los productos analizados en esta unidad de trabajo.
- 7** Elaboración de un protocolo de análisis físico-químico rápido para la carne o para un derivado cárnico y desarrollo de éste en una muestra del producto elegido.



ALTERACIONES EN LA MANIPULACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE CARNES, AVES Y DERIVADOS

1. Principales alteraciones en la carne. 2. Efectos de los tratamientos tecnológicos sobre la carne. 3. Microbiología de la carne. 4. Procesos alterativos de la carne. 5. Microorganismos patógenos de la carne. 6. Control microbiológico de la carne y sus derivados. 7. Microbiología de la carne de aves. 8. Control microbiológico de la carne de aves.

15.1. Principales alteraciones en la carne

En esta decimoquinta unidad de trabajo vamos a sistematizar y a analizar las alteraciones de la carne que impiden o desaconsejan su uso para el consumo ordinario. Debemos tener en cuenta que los criterios de calidad que perseguimos fuerzan a retirar del mercado todas las carnes que no respondan a unas características preestablecidas, aunque no supongan un riesgo sanitario. Así, habrá carnes con alteraciones en el color, el olor o el sabor que en ningún caso resultan peligrosas, pero que carecen de las propiedades organolépticas necesarias para su uso en preparaciones culinarias.

El origen de las alteraciones es muy diverso, pero cabe hacer dos grandes grupos: las que tienen su origen en el animal vivo, es decir, antes de obtener la carne, y las que sobreviven por un inadecuado faenado de la misma una vez que el animal ha sido sacrificado, esto es, después de obtener la carne.

15.1.1. Alteraciones que se originan antes de obtener la carne

Las alteraciones anteriores a la obtención de la carne provienen de una enfermedad o de un manejo previo del animal inadecuado. La responsabilidad de su detección, por tanto, corresponde a los servicios veterinarios, tanto en el reconocimiento antemortem como en el reconocimiento postmortem. Entre las alteraciones más significativas destacamos las que siguen.

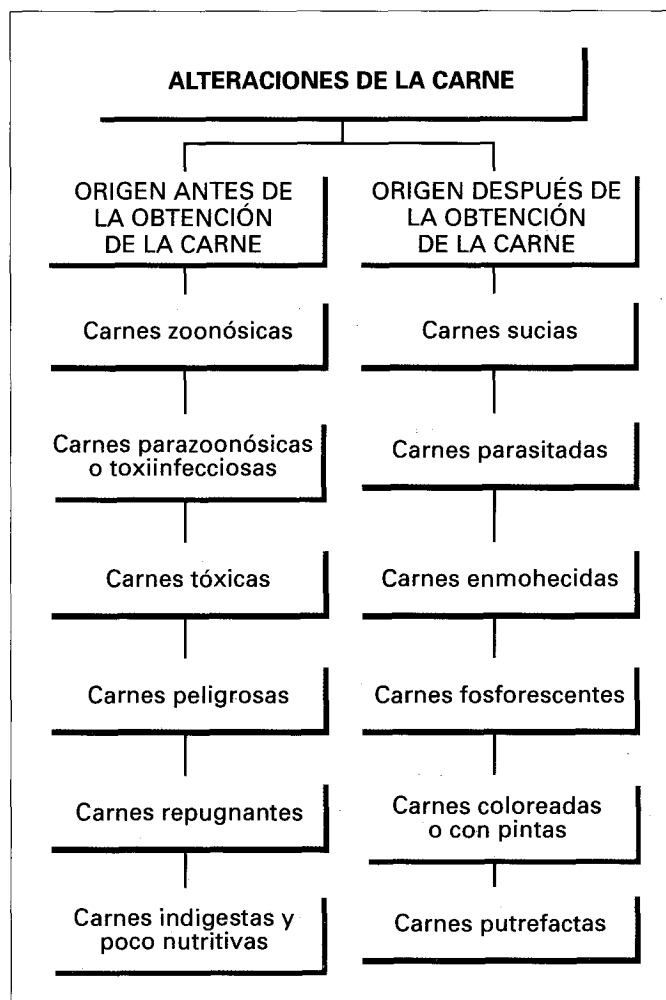


Figura 15.1. Esquema de las alteraciones de la carne.

❑ Carnes zoonóticas

Las carnes zoonóticas proceden de animales que padecen enfermedades transmisibles al hombre y que producen bacterias o parásitos. Estas carnes pueden reproducir en el ser humano la misma enfermedad que padecía el animal, por ejemplo, la tuberculosis.

❑ Carnes parazoonóticas o toxiinfecciosas

Se trata de carnes procedentes de animales enfermos y que pueden ocasionar en el hombre un cuadro similar a la enfermedad del animal, pero no la enfermedad propiamente dicha. Como las zoonóticas pueden ser de tipo bacteriano o parasitario y, en muchas ocasiones, el cuadro se debe a toxinas más que a la actuación del propio agente infeccioso.

❑ Carnes tóxicas

Las carnes tóxicas provienen de animales que, o bien han ingerido un tóxico accidentalmente, o bien están siendo medicados. En estas carnes, el tóxico o el medicamento permanecen en el músculo del animal y se ingiere con la carne. En lo relativo a los animales medicados, ganaderos y veterinarios conocen perfectamente los llamados **períodos de supresión** que se aplican a cada medicamento. El período de supresión es el tiempo mínimo que debe transcurrir desde que se deja de administrar un medicamento a un animal hasta que se puede sacrificar. Por tanto, debería ser difícil encontrar carnes tóxicas cuyo origen esté en un tratamiento farmacológico. Bien distinto es el uso de animales intoxicados accidentalmente puesto que, en la mayoría de los casos, las intoxicaciones pasan desapercibidas.

Un problema relacionado con esto es el uso de sustancias no permitidas para fomentar el engorde de los animales, práctica totalmente prohibida. Algunas de las sustancias empleadas sólo provocan una sobrehidratación del animal, por ejemplo la adición de sal en los últimos días de cebo. Otras sustancias, en cambio, sí suponen un verdadero riesgo para la salud del consumidor; en el Apartado 8.4.4 de la Unidad de Trabajo 8 se han repasado los principales compuestos.

❑ Carnes peligrosas

Dentro de este grupo distinguimos dos tipos principales: las carnes fatigadas y las carnes hemorrágicas.

- **Carnes fatigadas.** Se trata de carnes de animales que antes han hecho un ejercicio físico violento o que han estado en situaciones que requieren un fuerte trabajo muscular. Son ejemplos característicos las carnes de caza y las de hembras que han sufrido partos prolongados o distócicos. La fatiga de las carnes ofrece varios grados; así, se habla de

grado inicial, de **grado medio** y de **carnes muy fatigadas**. Salvo la caza, a la que se considera carne de fatiga inicial, el resto no se deben usar en preparaciones culinarias.

Las carnes fatigadas, vistas al microscopio, muestran una fuerte hinchazón celular. Macroscópicamente son más oscuras de lo normal, por una ingurgitación de los vasos sanguíneos. Son secas, de consistencia gomosa, a veces están muy rígidas y es típico de ellas un desagradable olor a acetona. En muestras sometidas a análisis se observa una cierta acumulación de ácido láctico.

- **Carnes hemorrágicas.** Son carnes que presentan hemorragias de diversos orígenes en zonas más o menos extensas. En consecuencia, el sangrado de la canal, premisa fundamental de la carne de calidad, no tiene ningún efecto en la zona o zonas afectadas. Estas carnes son un caldo de cultivo idóneo para toda clase de gérmenes; por esta razón entran rápidamente en putrefacción. Por otra parte, las áreas afectadas por hemorragias no sufren el habitual proceso de rigidez cadavérica y maduración.

❑ Carnes repugnantes

Su nombre lo dice todo: son carnes que repugnan al consumidor o a quienes las manipulan. Debido a sus características, es difícil que lleguen a causar problemas, pues son rechazadas inmediatamente. Hay muchas variantes, que estudiaremos clasificándolas en función de su olor y sabor, de su color y de su degeneración.

- **Carnes repugnantes por su olor y sabor.** Son muchas las causas que pueden modificar el olor y el sabor de la carne:
 - Carnes con olores de origen fisiológico, como el olor urinario o los olores correspondientes a las secreciones de las épocas de celo y monta. Son frecuentes en cerdos sin castrar y en machos cabríos.
 - Carnes con olores que provienen del tipo de alimentación suministrada al animal para cebarlo, por ejemplo, productos a base de harina de pescado o de residuos de lecherías.
 - Carnes con olores correspondientes al contenido intestinal o con sabor a hiel, generalmente, por una mala o tardía evisceración. Son habituales en piezas de caza.
 - Carnes con olores típicos de animales con fiebre, por ejemplo, olores a medicamentos.

En muchas ocasiones estos olores y sabores no acarrearán ningún riesgo sanitario; sin embargo, son inaceptables desde el punto de vista de la calidad organoléptica de la carne.

• **Carnes repugnantes por su color.** Aquí vamos a distinguir tres grupos principales: carnes sanguinolentas, carnes pigmentadas y carnes despigmentadas:

– *Carnes sanguinolentas.* Estas carnes, por un sacrificio mal hecho, por traumatismos o por otras causas, conservan cierta cantidad de sangre en toda la canal. Esto hace que su conservación sea especialmente difícil, ya que las invaden rápidamente diversos microorganismos. El ejemplo más típico de nuestro país, y ciertamente especial, es el de la carne procedente de la lidia de los toros, que se expende en establecimientos especializados.

– *Carnes pigmentadas.* Las pigmentaciones anormales pueden tener muchos orígenes:

1. *Adipoxanteicas.* Tienen una coloración amarilla en la grasa y, en ocasiones, en el tejido conjuntivo. No presentan un olor o un sabor anormal y suelen proceder de animales viejos o alimentados con productos ricos en carotenos. En algunas zonas o países son muy valorados, aunque no es lo general. En ningún caso suponen un riesgo para la salud.

2. *Ictéricas.* Su coloración es amarillo-verdosa y se centra en la grasa, los vasos y el tejido conjuntivo. Algunas veces este color aparece en el músculo, aunque en menor grado. Estas carnes proceden de reses con patologías obstructivas hepáticas, y su sabor es amargo y bastante desagradable.

3. *Carnes melanósicas.* Son poco frecuentes, aunque puede haber cierta incidencia en el ganado vacuno y, sobre todo, en el equino. Se producen por acúmulo de melanina en determinadas regiones y vísceras. Estas carnes no tienen buen aspecto.

– *Carnes despigmentadas.* Son carnes con zonas de color pálido en las que las fibras musculares han sido sustituidas por tejido conjuntivo. Su aspecto es el de la carne cocida. En algunos casos, proceden de reses con enfermedades típicas, como la enfermedad del músculo blanco.

• **Carnes repugnantes por su degeneración.** Aquí podemos distinguir los seis tipos siguientes:

– *Carnes con degeneración grasa.* Se ha de diferenciar la degeneración grasa del cebamiento. En el cebamiento, la grasa no está en las fibras musculares, mientras que en la degeneración grasa aparecen gotitas de grasa en el protoplasma de las fibras musculares. Esta degeneración

puede asociarse con reses enfermas de tuberculosis o con aquellas que han sufrido intoxicaciones con plomo o arsénico.

– *Lipomatosis intersticial.* Se trata de acúmulos de grandes masas de grasa entre los músculos. Estas masas son una transformación adiposa del tejido conjuntivo y son típicas en animales castrados, con fuerte desequilibrio hormonal.

– *Degeneración albuminoide.* Las carnes tienen una consistencia blanda, son muy serosas y pálidas, con aspecto de carne cocida. A veces, el acúmulo de albúmina se debe a intoxicaciones o a hipertermias.

– *Degeneración cética.* El aspecto de las carnes es parecido al del pescado, con cierta coloración rosácea. Al corte, presentan una gran sequedad; estas degeneraciones se asocian a algunas enfermedades del ganado, como la fiebre aftosa o la glosopeda.

– *Degeneración calcárea.* Se trata de acúmulos de carbonato cálcico en determinados puntos o zonas. Como mecanismo de defensa, se presentan en algunas infestaciones parasitarias con las que se aísla al parásito dentro de una cápsula que se calcifica.

– *Esclerodermia.* Es una esclerotización de la piel que les asemeja a los hipopótamos. Esta alteración es poco frecuente, y propia de animales viejos y mal nutridos.

□ **Carnes indigestas y poco nutritivas**

La composición de estas carnes se aleja de la propia especie y de la raza. Los procesos que se derivan de ellas son muy diversos; destacan éstos:

• **Carnes de neonatos o abortones.** Son carnes inmaduras y gelatinosas procedentes de abortos o de animales recién nacidos muertos. Entre los ganaderos existe la pésima costumbre de suministrar esta carne como alimento para animales de compañía.

• **Carnes de animales muy jóvenes.** Estas carnes son también muy inmaduras, por lo que ni su composición bromatológica ni su sabor son adecuados. Además, resultan difíciles de digerir.

• **Carnes flacas.** Se trata de carnes que carecen de infiltración grasa. En ocasiones, a pesar de esta falta de grasa, el músculo se conserva intacto, aunque lo habitual es que también esté afectado. Generalmente, estas carnes provienen de animales malnutridos o con enfermedades conjuntivas.

- **Carnes hidrohémicas.** Son carnes edematosas. Los edemas tienen muy diversos orígenes. Como ya se ha señalado, existe la práctica fraudulenta de administrar sal a los animales en el último período de su cebamiento para que ganen peso; a veces, esta práctica es tan exagerada que los animales presentan verdaderos edemas.

15.1.2. Alteraciones que se originan tras obtener la carne

En las alteraciones posteriores a la obtención de la carne, el animal está sano al llegar al matadero, pues así lo certifican los correspondientes reconocimientos de los técnicos veterinarios. Son el sacrificio, el faenado y la conservación incorrectos los que dan lugar a las alteraciones de la carne. Una adecuada preparación de los mataderos y las salas de despiece, junto con unas buenas instalaciones, deben minimizar, cuando no eliminar, estos problemas. Entre las alteraciones más frecuentes, destacan las que vemos a continuación.

□ Carnes sucias

Las carnes sucias pueden tener, desde polvo del ambiente, hasta toda clase de secreciones del propio animal, como bilis, orina, mucosidad, etc. Suelen darse en evisceraciones llevadas a cabo con técnicas inadecuadas o por personal inexperto.

□ Carnes parasitadas

Las carnes parasitadas son aquellas que, por ser faenadas en instalaciones deficientes, quedan expuestas a diversos insectos, principalmente, moscas, polillas y ácaros.

□ Carnes enmohecidas

Las carnes enmohecidas se han almacenado en locales fríos y húmedos y en ellos han proliferado diversos mohos, especialmente, en las zonas de corte. Son habituales mohos de las especies *Mucor mucedo* y *Penicillium glaucum* y *Aspergillus flavus* en la grasa.

□ Carnes fosforescentes

Se trata de carnes que, por una deficiente conservación, han sido colonizadas por bacterias fotógenas, entre las que destacan *Photobacterium luminosum* y *Micrococcus phosphorescens*. Esta colonización afecta preferentemente al músculo, algo menos al tejido conjuntivo y casi nunca a las grasas.

□ Carnes coloreadas y con pintas

Estas carnes, como las fosforescentes, también son colonizadas por distintos microorganismos. El color de las

carnes y de las pintas orientan sobre cuál es el agente colonizador:

- Pintas blancas: carnes colonizadas por coccos, levaduras y mohos.
- Pintas rojas: el agente es *Bacterium prodigiosus*.
- Pintas azules: colonizadas por *Bacterium cyanogenes*.
- Pintas amarillas: generalmente, sólo aparecen en la grasa y se deben a *Sarcina lutea*.
- Pintas naranjas: carnes colonizadas por *Bacterium luteum*.

□ Carnes putrefactas

La putrefacción es un proceso de descomposición que se desata a consecuencia de la invasión bacteriana. En sus fases iniciales, este proceso corresponde a la maduración de la carne, y se convierte en un problema si no se adoptan las medidas de conservación correspondientes. La putrefacción afecta a todos los componentes de la carne en diferentes grados, y le confiere un olor y un sabor desagradables.

15.2. Efectos de los tratamientos tecnológicos sobre la carne

15.2.1. Efectos de la congelación

La congelación y el almacenamiento en congelación desnaturalizan y agregan proteínas y rompen las células musculares. Estos efectos no revisten importancia si la congelación es rápida y la temperatura de almacenamiento muy baja, pero son apreciables con congelaciones lentas y a temperaturas relativamente altas. Si sucede esto último, se forman grandes cristales de hielo en el interior de los tejidos y, como consecuencia, el agua disponible como disolvente disminuye, aumentando la concentración de las sales, las cuales, por efecto osmótico, deshidratan las células. Por otra parte, esos cristales laceran los tejidos y las células, lo que ocasiona rupturas y la salida de sustancias citoplasmáticas al medio intercelular. Entre estas sustancias liberadas se encuentran las lipasas, que continúan siendo activas a bajas temperaturas, por lo que pueden actuar sobre los lípidos y liberar ácidos grasos.

Los ácidos grasos libres se fijan sobre las proteínas y contribuyen a hacerlas hidrófobas y a su desnaturalización. Este efecto se ha comprobado experimentalmente, con modelos que han permitido apreciar que la insolubilización de la actomiosina sigue un curso paralelo al contenido en ácidos grasos libres.

La consecuencia práctica de estos fenómenos es el descenso de la capacidad de retención de agua, que se manifiesta, en especial, tras la descongelación, de manera que aparecen una gran cantidad de exudados. Aunque estos exudados contienen aminoácidos, vitaminas, sales minerales, etc., las pérdidas de valor nutritivo son pequeñas, pero las pérdidas de peso y de textura pueden ser considerables, originando un producto reseco. Esta liberación de enzimas se utiliza para identificar productos recongelados.

El estudio de sistemas modelo ha demostrado que la desnaturalización de proteínas depende más de la duración y de la temperatura de almacenamiento que de las operaciones propias de la congelación y el descongelado.

15.2.2. Efectos del calor

Los efectos del calor en las proteínas musculares dependen de la temperatura que se alcance. Desde los 50°C, las proteínas plasmáticas y sarcoplásmicas se desnaturalizan, se despliegan las α -hélices y se ligan, en parte, por enlaces iónicos o puentes de hidrógeno. Hay agregación proteica y, a veces, coagulación. El tejido exuda agua y pierde su brillo, con lo que se hace opaco.

A partir de 65°C, el colágeno se solubiliza parcialmente por destrucción de los puentes de hidrógeno entre las cadenas proteicas. La elastina se hincha, pero, por su configuración, se modifica poco. La actomiosina se hace más firme y menos soluble, y disminuye con rapidez su capacidad para retener agua.

Cuando la cocción es muy enérgica, el colágeno y la elastina se ablandan mientras que la actomiosina se endurece por la formación de uniones disulfuro, que unen fuertemente las cadenas proteicas entre sí.

15.2.3. Efectos del tratamiento culinario

Los tratamientos culinarios a los que se somete la carne consisten en aplicar calor, ya sea en seco o en húmedo.

En los tratamientos en seco se originan, de forma más o menos rápida, según sea la técnica empleada, reacciones de Maillard con productos de pardeamiento, las cuales forman una costra superficial en el producto. En técnicas abiertas, como a la parrilla o a la plancha, la fuente de calor está a poca distancia del alimento y la energía se transfiere fundamentalmente, por radiación, de modo que las modificaciones en los tejidos llegan rápidamente a la superficie; en cambio en el interior de la pieza, la transferencia de calor sólo se realiza por convección. La consecuencia de todo esto es que en la superficie se producen rápidamente la coagulación y agregación proteica, junto a productos de pardeamiento que forman una costra que impide que los jugos interio-

res exudan. Esta costra se mantiene durante todo el proceso, al poderse evaporar los primeros jugos exudados.

En la fritura, el calor se transfiere mediante el aceite o la grasa utilizada, de manera que, cuanto más aceite haya, mayor será el efecto de convección. Las temperaturas que se pueden conseguir dependen del tipo de grasas utilizado; las más altas se alcanzan con aceites vegetales. En consecuencia, la fritura en aceite vegetal tendrá un efecto semejante al visto anteriormente, con una costra consistente que impide exudados posteriores. Si la grasa es animal, la temperatura es inferior, los productos de pardeamiento tardan más en formarse –o no se forman– y se favorece la penetración de la grasa en el tejido.

En el horneado, la transferencia de calor se hace por radiación de las paredes del horno. Con una temperatura alta, el tejido conectivo y el colágeno gelatinizan pronto y la fibra muscular no se reseca. Si la temperatura es baja, antes de formarse los productos de pardeamiento, hay suficiente tiempo para un exudado continuo y lento que reblandece la costra y permite esa exudación más tiempo, lo que da lugar a un producto menos jugoso y con una textura más seca.

En los tratamientos húmedos, el medio básico de transferencia de calor es el agua o el líquido de cocción. En este caso, las reacciones de Maillard, si se producen, son mucho menos intensas que en los tratamientos secos y el efecto fundamental es la coagulación y la agresión proteica. Como el agua presenta una temperatura de ebullición casi constante de 100°C, la transferencia se puede mantener y ser intensa, lo que depende sólo del tiempo. Así pues, los tratamientos húmedos son buenos métodos para carnes de inferior calidad, con abundante tejido conectivo y colágeno, puesto que consiguen su ablandamiento y su gelatinización.

EDUCACIÓN EN NUTRICIÓN..

En las preparaciones culinarias de carne a la parrilla o a la plancha, la sal se debe añadir al final del proceso, ya que, de lo contrario el producto se enriquece innecesariamente con iones que favorecen un efecto osmótico y facilitan el exudado de jugos, con lo que el resultado es un alimento reseco.

En el horneado, se favorece la formación de productos de pardeamiento si se aplican superficialmente a la carne líquidos ricos en glúcidos, como la miel o la salsa de soja.

En cuanto a las técnicas de cocción en húmedo, si se desea obtener una carne sabrosa, se ha de añadir al medio de cocción cuando éste ya está hirviendo, mientras que si lo que se pretende es un caldo enriquecido, la carne se añadirá en frío.

15.3. Microbiología de la carne

Aunque teóricamente todos los alimentos se pueden alterar o suponer algún peligro por contaminación, infección o formación de sustancias tóxicas, son los alimentos putrescibles de origen animal los de mayor importancia desde el punto de vista de higiene alimentaria. En este grupo están incluidas las carnes de vacuno, cerdo, aves, ovino, y los derivados cárnicos.

Los animales vivos albergan microorganismos en la piel, en el pelo, y en las cavidades de los órganos que comunican con el exterior a través de las aberturas naturales: el tubo digestivo, las cavidades nasofaríngeas y las partes externas del tracto urogenital. En cada una de las zonas hay una flora bacteriana fija y característica, la cual puede mezclarse temporalmente con otras especies no adaptadas procedentes de contactos con materiales contaminantes.

Todos los tejidos y cavidades sin comunicación directa con el exterior son estériles. Sin embargo, las operaciones de matanza y preparación de las canales alteran la situación bacteriológica; por tanto, las condiciones de esterilidad de la sangre y de los tejidos se pueden perder desde que comienzan las operaciones de sacrificio y sangrado.

Por otra parte, al desarrollar y al abrir la cavidad torácica y abdominal quedan expuestos a la contaminación el interior y el exterior del animal; contaminación que dependerá del grado de higiene con que se efectúen estas operaciones. Así pues, la investigación de la calidad higiénica de la carne y de los productos cárnicos derivados se basará en un perfecto conocimiento de los materiales crudos y de los métodos de preparación y conservación, y en un control bacteriológico con el que determinar el estado de frescura.

15.3.1. Características microbiológicas generales

Desde el punto de vista microbiológico el contenido en agua de la carne es alto y su a_w , de 0,99, lo que favorece el crecimiento de numerosos microorganismos. Tal crecimiento sucede a través de las sustancias solubles, como los carbohidratos, el ácido láctico y los aminoácidos; hay que destacar que la proporción de carbohidratos respecto a los compuestos nitrogenados es muy pequeña.

Otra de sus características es la variación en los potenciales redox. Al cesar el aporte sanguíneo, el contenido de oxígeno disminuye y el ácido láctico aumenta en condiciones anaeróbicas. El resultado es que en el interior de la masa cárnica se crean unas condiciones de anaerobiosis, y las condiciones aeróbicas se reducen a unos cuantos milímetros de espesor. Así pues, en la superficie habrá flora aeróbica y en el interior, anaeróbica.

Como los microorganismos alterantes pueden crecer fácilmente, los métodos de conservación resultan fundamentales: refrigeración, tratamiento térmico, curado, secado y deshidratación.

En las carnes crudas habrá microorganismos a los que favorece una a_w alta –principalmente bacterias–; en las carnes desecadas, los microorganismos se adaptan a a_w bajas –mohos–; y en las carnes crudas, los microorganismos están adaptados a unas altas condiciones de sal –*Micrococcus* y *Lactobacillus*–. El tratamiento por calor permite el predominio de la flora termorresistente.

RECUERDA...

Desde el punto de vista microbiológico, podemos dividir así los productos cárnicos:

- **Productos crudos sin salar.** No están sometidos a ningún tratamiento químico ni térmico; por tanto, la flora bacteriana es la propia de la carne fresca y los procesos alterativos aquellos que se dan espontáneamente y sin inhibidores químicos.
- **Productos crudos salados.** Se someten a un tratamiento químico (sal, nitratos o nitritos) con sustancias conservadoras en concentraciones variables. La flora bacteriana que predomina es la que resiste la acción de las sales.
- **Productos cárnicos cocidos o asados, salados o sin salar.** Han recibido un tratamiento térmico con bajas temperaturas y los salados, además, tienen sustancias químicas conservadoras. La flora predominante son los microorganismos termorresistentes esporulados –*Bacillus* y *Clostridium*– y no esporulados –*Enterococos* y *Streptococcus*.
- **Productos cárnicos esterilizados.** Se les ha sometido a un tratamiento térmico fuerte, por lo que, teóricamente, son estériles siempre que estén envasados en recipientes cerrados de forma hermética.

15.3.2. Microbiología de los productos cárnicos

□ Microbiología de las canales

Los animales sanos contienen pocos microorganismos, con excepción de su superficie externa y los tractos digestivos y respiratorios. Predomina la flora saprofita G– y los cocos. Destacan los siguientes géneros de saprofitos: *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Moraxella*, *Pseudomonas* y *Enterobacteriaceae*. Los cocos principales son *Micrococcus*, *Staphylococcus* y *Streptococcus*.

Durante el procesado y la conservación de la carne se pueden producir contaminaciones. Es posible que se contamine durante el sacrificio por contacto con el pelo, la piel, las patas, el contenido estomacal y entérico; por

las condiciones del matadero; por los manipuladores; por el equipo de la industria, y por las condiciones del procesado y el almacenamiento. Así, la microflora normal será la de la piel: *Staphilococos*, *Micrococcos*, *Pseudomonas*, levaduras y mohos de origen fecal y del suelo. En 1976, Ingram y Robert se ocuparon de analizar las condiciones higiénicas al finalizar el faenado examinando la carga microbiana superficial de distintos animales: resulta que las canales bovinas suelen contener entre 10^3 y 10^5 bacterias aeróbicas viables por cm^2 , y que el nivel de las canales lanares es ligeramente mayor que el de las de vacuno, con 10^3 a 10^6 aerobios viables por cm^2 (Figura 15.2).

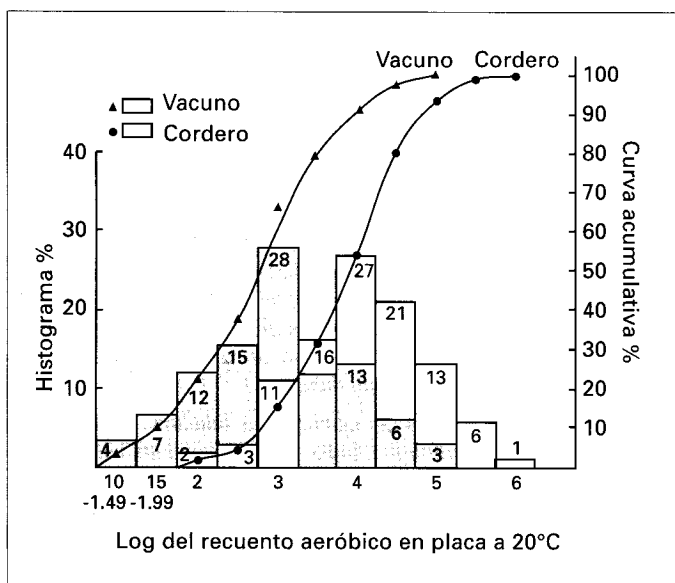


Figura 15.2. Rango de recuentos bacterianos de canales comerciales (Ingram y Roberts, 1976).

La refrigeración también influye en la flora microbiana inicial, pues una refrigeración rápida con temperaturas bajas y poca humedad puede reducir la carga microbiana y si no es rápida, la proporción psicrótrofos/mesófilos se altera.

Después del sacrificio, es conveniente colocar las canales en cámaras de refrigeración a temperaturas inferiores a 10°C , cercanas a 0°C . El objetivo es enfriar no sólo la superficie, que adquiere esta temperatura fácilmente sino que esa temperatura llegue a los tejidos más profundos para inhibir el crecimiento de las bacterias mesófilas. En estas condiciones se seleccionan o prevalecen las bacterias psicrótrofas, *Pseudomonas* y *Achromabacter*, correspondientes actualmente a los géneros *Acinetobacter-Moraxella*. Para controlar el crecimiento de estos microorganismos se recomienda, además de una baja temperatura de refrigeración, que el enfriamiento se haga en una atmósfera poco húmeda.

Otro factor básico es el despiece y el deshuesado. En estas operaciones, en las que la carne se manipula,

el grado de contaminación dependerá de las condiciones de los locales: temperatura, tiempo de despiece, limpieza de los utensilios e higiene del personal. En el Cuadro 15.1 se refleja la composición porcentual de la microflora de las canales de vacuno.

❑ Microbiología de los cortes

La microbiología de los cortes de carne de venta al por menor es igual al de la canal y depende de la historia previa de ésta, si bien presentan mayores posibilidades de contaminación, dada su mayor manipulación y proporción superficie/volumen, y al hecho de que están expuestos a condiciones más variables. Al exponer los cortes sin protegerlos, se produce una evaporación y se altera la calidad debido a la pérdida de brillo y de color. Si hay desecación superficial, se favorece el crecimiento de micrococcos y de levaduras, razón por la cual se recomienda proteger los cortes con envolturas transparentes que mantengan la humedad de la superficie cárnica.

❑ Microbiología de la carne picada

Merece especial interés la carne picada, puesto que su mayor disponibilidad de jugo y la distribución uniforme de los microorganismos, hace que sea más alterable que la carne que no está picada. La cantidad de microorganismos que haya en ella dependerá de la cantidad de carne superficial y profunda que intervenga en la mezcla y de la carga microbiana original del corte.

En la carne fresca picada, los microorganismos más importantes son los micrococcos y, en menor medida *Lactobacillus*, *Pseudomonas* y *Enterobacteriaceae*. Una carne picada con una alta carga microbiana inicial se deteriora rápidamente en una atmósfera normal y en aerobiosis, desarrollándose en su superficie el grupo *Pseudomonas-Acinetobacter-Moraxella* y en su interior, una flora láctica G+.

Los recuentos en este tipo de carne suelen ser mayores que los de las correspondientes canales y su desarrollo dependerá de si el envasado se hace de forma aeróbica o anaeróbica. Desde el punto de vista de salud pública, conviene detectar la presencia de *Clostridium perfringens* en la carne picada de vacuno, la *Salmonella* es más frecuente en la carne picada de cerdo que en la de vacuno. Para evitar toxiinfecciones alimentarias por el consumo de este producto, las recomendaciones al respecto obligan a que se refrigere y que se venda solamente el día en que se haya elaborado.

❑ Microbiología de la carne congelada

Para alargar su conservación, la carne se puede congelar. En este caso, la carga microbiana se puede alterar en las dos operaciones a que se asocia este proceso: preparación y congelación.

Cuadro 15.1. Composición porcentual aproximada de flora microbiana en canales frescas y de almacén distribuidor.

Microorganismos	Después del sacrificio	Después de refrigeración	Antes de cargarlas	Canales en el almacén	Lomos	Filetes
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	-	-	2	5	-	9
<i>P. fragilis</i>	29	20	23	54	62	65
<i>P. geniculata</i>	9	1	22	31	12	17
<i>P. rugosa</i>	2	8	4	-	-	-
<i>Acinetobacter-Moraxella</i>	-	-	2	9	27	10
<i>Micrococcus</i>	45	65	38	-	-	-
<i>Bacillus</i>	12	13	3	-	-	-
Otros	2	2	6	-	-	-

No obstante en la congelación y durante el almacenamiento, algunos microorganismos mueren, aunque de forma muy lenta, y a estas temperaturas son más sensibles los bacilos G- que los cocos G+; las esporas no quedan afectadas y las formas vegetativas de *Clostridium perfringens* mueren rápidamente.

En estas carnes lo más importante es controlar el tiempo y la temperatura del procedimiento de descongelación, ya sea por aire o por agua. Una vez que se descongela, es, al parecer, más percedera que la carne que no se congela. La razón es el exudado que produce la descongelación, que constituye un medio óptimo para el desarrollo de la flora bacteriana, si bien la velocidad de crecimiento bacteriano no difiere mucho respecto a la de la carne fresca.

Si las técnicas de manipulación, congelación y almacenamiento no se han realizado correctamente, es posible que este producto se altere. Por un lado, la temperatura de almacenamiento, entre -5°C y -10°C, favorece el crecimiento de moho *Cladosporium* que produce manchas negras, aunque no olores ni aromas extraños. Por otro lado, si, antes de congelarla, la carne tenía una gran carga microbiana, el tiempo de almacenamiento en congelación puede favorecer el deterioro, no tanto por la multiplicación bacteriana, puesto que a esas temperaturas no se pueden multiplicar y su vitalidad está disminuida, sino por sus sistemas enzimáticos -lipasas y lipooxidasas-, que pueden permanecer activos a esas temperaturas e, incluso, menores, y que necesitan mínimas cantidades de agua. Sin embargo, la alteración es más importante tras el proceso de descongelación y en las condiciones en que se dé.

□ Microbiología de la carne curada

La tolerancia de los microorganismos al cloruro sódico es variable: algunos se inhiben a una concentración del 2%, mientras que otros crecen con saturación de sal. La

acción de la sal a las concentraciones que se utiliza en el curado es bacteriostática para algunas bacterias, no bactericida.

Los nitritos y nitratos confieren a los productos cárnicos curados el color, el aroma y su estabilidad microbiológica. El nitrato actúa como reserva de nitrito, si existen bacterias que lo reduzcan, con escaso valor bactericida y bacteriostático a las concentraciones que se emplean; el efecto bacteriostático del nitrito depende del pH, próximo a 5.

La principal característica microbiológica de la carne cruda es que no sufre la putrefacción, producción de amoniaco, a cargo de las bacterias psicrotróficas G-.

Las carnes curadas pueden ser de a_w alta y de a_w baja, siendo la frontera una a_w de 0,99. Entre los productos de a_w alta, son representativos el *bacon*, el jamón crudo y los embutidos semisecos, fermentados o no. En ellos es importante considerar la flora original de la carne y la salmuera, que incorpora microorganismos halotolerantes, porque durante el curado o la fermentación se desarrolla una flora que es la que predominará en el producto.

15.4. Procesos alterativos de la carne

Las bacterias que contaminan la carne, a causa de su metabolismo, ocasionan cambios significativos si están en fase de crecimiento. Cuando los microorganismos utilizan preferentemente los carbohidratos como fuente de energía, lo pueden hacer de forma aeróbica, como por ejemplo *Pseudomonas*, mohos, levaduras, *Micrococcus*, que oxidan los azúcares a CO y agua, si la oxidación es completa. En el caso de una oxidación incompleta, se acumulan ácidos orgánicos que no afectan a las características organolépticas ni al olor ni sabor, pero sí a la multiplicación bacteriana, produciendo alteraciones en la superficie del producto.

Cuando los carbohidratos se usan de forma anaeróbica, se originan diversos productos fermentativos, que dependen del microorganismo implicado en el proceso. En el siguiente Cuadro se recogen los principales productos de fermentación.

Cuadro 15.2. Grupos de gérmenes y principales productos de fermentación.

Grupo de gérmenes	Productos
Acidolácticas homofermentativas:	
Estreptococos, Pediococos, Microbacterias	Ácido láctico.
Acidolácticas heterofermentativas:	
<i>Leuconostoc</i>	Ácido láctico, etanol, CO ₂
<i>Bacillus</i>	Ácido láctico, CO ₂ , acético
<i>Clostridium</i>	Ácido láctico, acético, butírico, butanol, CO ₂ , H ₂ .

Si la producción es de ácido láctico la acción es una bajada del pH y acidificación del sabor. En el caso de un proceso heterofermentativo se produce acidez y gas.

Si se produce ácido láctico, baja el pH y se acidifica el sabor. En el caso de un proceso heterofermentativo, se produce acidez y gas. En los procesos fermentativos se originan diversos productos en menor proporción que pueden afectar a la calidad de la carne, tanto en sentido positivo como negativo, lo que dependerá del producto de partida.

Otros elementos susceptibles de ser utilizados por los microorganismos son las proteínas. Si se trata de proteínas cárnicas, se acumularán sustancias resultantes del metabolismo. Las proteinasas y peptidasas bacterianas, al atacar al sustrato, provocan la solubilización de las proteínas de la carne. Si continúa el proceso de hidrólisis, aparecen productos con mal olor: mercaptanos, aminas, etc.; este proceso de degradación de las proteínas se denomina putrefacción.

Si no se ataca a la proteína, sino a péptidos más pequeños o a aminoácidos libres a través de procesos como la desaminación oxidativa, con amoniaco-alfa cetoácido o la descarboxilación, entre el CO₂ y la amina correspondiente, resulta todo un conjunto de productos volátiles.

Las bacterias de la carne también atacan a las grasas; este ataque, a expensas de bacterias lipolíticas, puede suceder mediante hidrólisis, lipasas u oxidación y oxidasas. Los productos que resultan intervienen en el enranciamiento, aunque la mayoría de los procesos de enranciamiento de las carnes no es de origen bacteriano.

Por otra parte, existe una relación directa entre el número de bacterias iniciales y el tiempo de alteración de la carne. La degradación de la carne puede tener lugar en superficie y en profundidad.

• **Superficie**, debido a procesos degradativos a expensas de bacterias aerobias; resultan importantes cambios, como éstos:

- Viscosidad, por el desarrollo de los gérmenes *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Bacillus*, *Micrococcus* y *Lactobacillus*.
- Decoloración a causa de la oxidación a partir de levaduras, *Leuconostoc* y *Lactobacillus*.
- Pigmentación, debido a las bacterias *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Serratia* y *Micrococcus*, y a levaduras y mohos.
- Enranciamiento de la grasa, ocasionado por los mohos *Mucor* y *Rhizopus*.

• **Profundidad**. En carnes cortadas en profundidad y en condiciones anaerobias, las alteraciones básicas son dos:

- Agriado, ocasionado por las bacterias lácticas: *Enterobacteriaceae*, *Bacillus* y *Clostridium*.
- Putrefacción a expensas de las bacterias proteolíticas *Clostridium* y *Proteus*.

15.5. Microorganismos patógenos de la carne

Si los procesos de preparación de la carne se llevan a cabo higiénicamente, el número de microorganismos patógenos es muy pequeño. Las bacterias que pueden encontrarse son *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Clostridium perfringens* y, en ocasiones, *Clostridium botulinum*.

Si la carne de la canal se expone a temperaturas superiores a 20°C, se desarrollan bacterias patógenas mesófilas, tanto aerobias como anaerobias. Entre los microorganismos de toxiinfecciones alimentarias que proceden de una contaminación entérica caben destacar *Clostridium perfringens*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* enteropatógeno. Como estos microorganismos se multiplican fácilmente en condiciones adecuadas y la carne es un buen medio para que crezcan, su cantidad no es indicativa de contaminación fecal.

Entre las toxiinfecciones de la carne más problemáticas destaca la salmonelosis. Hay que destacar la importancia de la higiene en la matanza y en la preparación de la carne, incluidas las preparaciones del matadero, para evitar la contaminación cruzada.

Con respecto a los estafilococos, señalaremos que existen en pequeño número y que pueden aumentar cuando las condiciones reprimen a otros tipos de bacterias. Hay estirpes de estafilococos humanos y animales; los primeros prevalecen hasta el momento de la venta de las carnes y los productos cárnicos, de lo que se deduce la importancia de la contaminación por manipulación a través de los operarios.

15.6. Control microbiológico de la carne y sus derivados

Puesto que la contaminación de las canales es irregular, conviene tomar muestras de distintas partes y analizar tantas como sea posible. Es preciso controlar la temperatura de incubación de las placas: mesófilos patógenos a 35°C-37°C y psicrófilos a 25°C. Asimismo, es importante controlar la higiene del procesado y la eficacia del sistema. En este caso, el control microbiológico se centra en las buenas prácticas de fabricación.

En carnes de animales recientemente sacrificados, los recuentos bacterianos suelen ser bajos. Si la carne es almacenada durante algún tiempo, estas cifras aumentan, por lo que los simples recuentos no ofrecen mucha información sobre las medidas higiénicas adoptadas en los procesos de transformación cuando estas carnes son utilizadas para el almacenaje. Sin embargo, en los productos cárnicos sin salar, existe más correlación entre la determinación cuantitativa, el estado de frescura y la calidad de conservación. En cuanto a los tratados químicamente, los reactivos utilizados inhiben el crecimiento bacteriano. En ellos, la razón entre el porcentaje de sustancias químicas y el contenido de agua es el factor que regula la actividad microbiológica, de manera que, si este cociente es elevado, hay pocas posibilidades de multiplicación bacteriana.

15.6.1. Protocolo del análisis microbiológico de la carne

La muestra de carne, bajo cualquiera de sus formas de presentación, debe mantenerse refrigerada hasta el momento de su análisis a una temperatura comprendida entre 0°C y 5°C; este análisis deberá hacerse en un plazo máximo de veinticuatro horas desde que se obtuvo la muestra. Si se trata de carnes congeladas, deben mantenerse a -15°C hasta que se analicen; para descongelarlas es preferible un proceso lento en refrigeración, pero que no exceda de veinticuatro horas.

El control analítico habitual incluye:

- Recuento de colonias aerobias mesófilas ($31 \pm 1^\circ\text{C}$).
- Investigación y recuento de *Escherichia coli*.
- Investigación y recuento de *Salmonella*.

- Investigación y recuento de *Staphylococcus aureus*.
- Recuento de *Clostridium* sulfito-reductores.
- Recuento de *Clostridium perfringens*.

Si la carne es porcina, además, habrá que proceder a una investigación para detectar la triquina; esto se consigue mediante un examen triquinoscópico o con métodos de digestión artificial.

15.6.2. Análisis microbiológico de los derivados cárnicos

□ Productos curados

Cuando se trata de hacer un análisis para controlar la fabricación, es necesario un muestreo de los productos al azar. Es posible investigar tanto la carga superficial como la total; en el primer caso se utilizan lonchas finas superficiales del producto; en el segundo porciones de diferentes zonas que se mezclan y homogeneizan. La toma de la muestra siempre se hará en condiciones asépticas.

En el caso de embutidos curados, la muestra se prepara limpiando su superficie para eliminar mohos y levaduras y, asépticamente, se retira la cubierta, procediendo después a obtener la muestra como en el caso anterior.

La investigación habitual comprende:

- Investigación y recuento de *Escherichia coli*.
- Investigación y recuento de *Salmonella-Shigella*.
- Investigación y recuento de *Staphylococcus aureus*.
- Recuento de *Clostridium* sulfito-reductores.

□ Productos cárnicos tratados por calor

Las muestras se escogen de las zonas más representativas y se mezclan y homogeneizan. La investigación habitual comprende:

- Investigación y recuento de *Enterobacteriaceae* totales.
- Investigación y recuento de *Salmonella-Shigella*.
- Investigación y recuento de *Staphylococcus aureus*.
- Recuento de *Clostridium* sulfito-reductores.

□ Extractos y productos deshidratados

En los productos que necesiten reconstitución, se ha de proceder a ella según las instrucciones de uso y se acomodan a la temperatura del laboratorio durante algunos minutos, agitando cada cierto tiempo para obtener la

solubilización total. Si en el producto existen partes insolubles, se hará una trituración-homogeneización. La analítica habitual incluye:

- Investigación y recuento de *Escherichia coli*.
- Investigación y recuento de *Salmonella*.
- Investigación y recuento de *Staphylococcus aureus*.
- Recuento de *Clostridium perfringens*.

15.7. Microbiología de la carne de aves

Al hablar de carne de aves estamos englobando una serie de productos diferentes en origen, por comprender especies distintas, y desde canales enteras a piezas, pasando por productos de transformación de gran heterogeneidad. No obstante, comparten algunas características comunes indicativas del tipo de flora microbiológica que se va a desarrollar en ellas.

15.7.1. Características generales

El crecimiento microbiano sucede siempre desde la piel; sólo después de un cierto tiempo los microorganismos, especialmente, las bacterias, invaden el músculo. La estructura de la piel y su grado de humedad parecen intervenir de forma directa en el crecimiento de los gérmenes. Diferentes estudios han demostrado desplazamientos de la flora en función del escaldado o no del animal; así, en el primer caso la flora predominante es la de *Pseudomonas*, mientras que en el segundo abunda *Achromobacter*.

Por otra parte, el tratamiento que sufren las canales a lo largo de los procesos de transformación también es importante en el desarrollo de una flora característica. En este sentido, el respeto a las reglas de higiene y a la cadena de frío deberá ser tanto más estricto cuanto más dividido esté el producto y, por ello, menos estabilidad tenga.

En cuanto a la flora psicrófila, los tipos de microorganismos que se encuentran en las canales al final del proceso de preparación son muy variados: *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Acinetobacter*, enterobacterias, micrococcos, etc. Estos microorganismos pueden variar de forma considerable en función del medio de sacrificio y de los fenómenos de competencia bacteriana. Normalmente, son las *Pseudomonas* las que se suelen desarrollar, aunque variaciones en el almacenamiento, como el uso de embalajes semipermeables, pueden desplazar la flora hacia otros tipos, como *Serratia*.

En las aves vivas, la fracción fundamental de la flora corresponde, en primer lugar, a *Acinetobacter* y en segundo, a *Flavobacterium* y *Corynebacterium*, aunque también puede haber otros tipos de mayor trascenden-

cia sanitaria, como *Staphylococcus aureus*. En diferentes estudios ha quedado de manifiesto su presencia en animales vivos, aunque en pequeño número. Tras el sacrificio se diseminan por las canales, especialmente, durante el desplumado; al parecer, el principal factor de diseminación son los dedos de caucho de las máquinas desplumadoras que, con frecuencia, están contaminados. La observación de unas buenas y simples reglas de higiene, como el lavado habitual con desinfectantes, puede atenuar el problema. Por otra parte, en algunos casos se han encontrado cifras anormalmente elevadas de *Escherichia coli* relacionadas con la etapa de evisceración que han ocasionado algunos brotes de gastroenteritis.

Un problema que preocupa bastante en la actualidad es la contaminación de las aves por *Salmonella*, así como la presencia de *Campylobacter*. Distintas etapas de la producción pueden ser responsables de la contaminación de canales y de productos transformados. La más difícil de resolver es la contaminación de las aves en lugares de cría, ya que la presencia de estos gérmenes no implica casi nunca enfermedad de los animales, sino simplemente contaminación. Los controles que se hacen en incubadoras y en reproductoras han hecho que la contaminación disminuya bastante, si bien el problema de la presencia de los mismos subsiste sobre todo en la fase de cría.

15.7.2. Evolución durante el almacenamiento

La temperatura de almacenamiento a refrigeración para las aves está entre 0°C y +4°C, aunque se ha demostrado que su conservación se alarga si se utilizan temperaturas próximas a 0°C o, incluso, ligeramente por debajo sin llegar a la congelación, que se inicia a -3°C. La flora evoluciona en función del sustrato, pero también de la temperatura y del modo de envasado.

Si se envasan en películas de polietileno, la flora que predomina es la de *Pseudomonas* que, al evolucionar, produce un olor putrefacto característico y llega a desarrollar el *slime*, un limo viscoso que aparece en las superficies de las canales y que está constituido prácticamente por *Pseudomonas* en cultivo puro.

En el caso de que el envasado sea semipermeable, la flora se desplaza hacia *Serratia*, como ya se ha comentado. En el envasado al vacío predominan los aero-anaerobios, como *Brochothrix thermosphacta* o lactobacilos. Además, los efectos de algunos tratamientos, como la ionización de productos envasados en polietileno, favorece el desarrollo de bacterias del género *Acinetobacter*.

En cuanto a canales congeladas, no suelen existir problemas de alteración, a excepción del crecimiento

de mohos y levaduras resistentes a las bajas temperaturas: *Sporotricum carnis*, que produce unas mechas blanquecinas, y *Cladosporium herbarum* responsable de manchas negras.

Con cargas iniciales de 10^3 gérmenes/g, el alimento permanece durante unos doce días sin presentar alteraciones; si la carga inicial se eleva a 10^5 gérmenes/g, las alteraciones aparecen a los seis días.

Bajo refrigeración y con una baja carga inicial de gérmenes, a 0°C la carne permanece inalterada a lo largo de catorce o dieciséis días; a 5°C se altera a los seis o siete días y a 10°C hay mal olor y aparece limosidad al cabo de tres días.

15.8. Control microbiológico de la carne de aves

Los gérmenes están distribuidos en las canales de forma muy irregular. Hay más en la piel del cuello y menos en la piel de la pechuga. En el tejido muscular, son pocos los gérmenes y, si éste es profundo, estará exento de bacterias.

Así pues, existirá una clara diferencia en los recuentos cuando la muestra esté integrada solamente por piel, por piel y por carne o únicamente por carne.

Por otra parte, hay diferentes procedimientos de toma de muestras según sea el objetivo buscado.

15.8.1. Toma de muestras

□ Piel

Se toma asépticamente una zona de la piel, y se homogeneiza con agua de peptona tamponada en proporción de 1/9 y se deja macerar unos minutos, utilizando el homogeneizado como muestra.

□ Músculo

Para obtener la muestra se debe cauterizar la piel y desprenderla asépticamente, así se obtendrán las muestras de músculo: el tejido se tratará como la piel sola.

□ Hisopos

Se utilizan hisopos de algodón o de alginato estériles. Se frota con él, impregnado con tampón estéril, una zona media de la superficie de la piel. Luego, se introduce en diluyente estéril y, a partir de éste, se realizan las siembras para investigación general o de flora específica.

□ Placas Rodac

Las placas Rodac son pequeñas placas de Petri con cuadrícula para facilitar el recuento. Son estériles y se llenan con agar nutritivo, de tal forma que produzcan una superficie convexa.

Se utilizan haciendo que toda la superficie del agar tome contacto con la superficie elegida. La placa sembrada se incuba a $31\pm 1^\circ\text{C}$ durante veinticuatro horas. A partir de ese momento, se puede proceder al recuento de colonias.

□ Lavado de la canal

En una bolsa de polietileno estéril se introduce la canal y unos 1.000 ml de caldo de enriquecimiento.

Después, se agita convenientemente para bañar toda la canal y facilitar el desprendimiento de los gérmenes; el líquido de lavado es la muestra que hay que analizar.

□ Muestra por exudado o goteo

Este procedimiento se utiliza para muestras envasadas en plástico, refrigeradas o congeladas. Si la muestra es congelada, se debe descongelar a temperatura de refrigeración en un máximo de veinticuatro horas.

La bolsa se presiona exteriormente para conseguir que dentro haya abundante líquido de goteo.

Se desinfecta con alcohol la zona de acumulación y se extrae asépticamente, con jeringa estéril, 10 ml de líquido, que se usa como suspensión madre para realizar la serie de diluciones decimales.

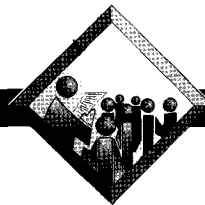
15.8.2. Protocolo de análisis microbiológico

Un control habitual de estos productos comprende:

- Recuento de colonias aerobias mesófilas ($31\pm 1^\circ\text{C}$).
- Recuento de colonias psicrótrofas (17°C).
- Investigación y recuento de *Escherichia coli*.
- Investigación de *Salmonella-Shigella*.
- Investigación y recuento de *Clostridium perfringens*.
- Investigación y recuento de *Staphylococcus aureus*.

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE

- 1** Siguiendo, dentro de lo posible, las normativas establecidas, organización de uno o varios paneles de cata, haciendo pruebas de técnica descriptiva sobre diferentes tipos de carne sometidas a la acción del calor por diversos medios y comparando, especialmente, las características de textura y sabor.
- 2** A partir de la información bibliográfica adecuada, recogida de datos sobre infecciones y toxiinfecciones alimentarias, producidas en un periodo de tiempo dado y debidas a carnes de diferentes especies y derivados cárnicos, realizando un estudio sobre los alimentos responsables y los tipos de gérmenes identificados o presuntivos.
- 3** Teniendo en cuenta las características de carga microbiana inicial y de contaminaciones posteriores indicadas en la unidad para los productos estudiados, establecimiento de hipótesis de contaminación para un alimento del grupo, considerando la posible historia de la manipulación y transformación que haya podido sufrir.
- 4** Confección de esquemas de protocolo de recuento, detección e identificación de microorganismos para cada uno de los alimentos del grupo.
- 5** Partiendo de los protocolos diseñados en la actividad anterior, aplicación del correspondiente al análisis microbiológico de una muestra de un alimento del grupo.
- 6** Utilizando varias muestras de carne del mismo origen someterlas a diferentes tratamientos físicos, como por ejemplo congelación, calor, aire ambiente, etc..., y observar la evolución en su aspecto físico que sufren, coloración, olor, etc..., tratando de establecer hipótesis razonables sobre las causas de estas alteraciones de cada muestra en función del tratamiento recibido.
- 7** Aplicando el protocolo de investigación microbiológica diseñado en la actividad 4, realizar el estudio microbiológico de las muestras utilizadas en la actividad anterior para contrastar las hipótesis establecidas sobre el origen de las alteraciones sufridas por las muestras.



CARACTERÍSTICAS Y ALTERACIONES DE PESCADOS, MARISCOS Y DERIVADOS

1. Características generales de los pescados. 2. Características organolépticas y bromatológicas del pescado. 3. Obtención, faenado y manipulación del pescado.
4. Inspección del pescado y determinación de su grado de frescura. 5. Derivados del pescado. 6. Determinaciones analíticas de control en pescados y derivados.
7. Alteraciones por manipulación, almacenamiento y tratamiento culinario. 8. Caracteres microbiológicos del pescado. 9. Características de los mariscos. 10. Características y producción de los moluscos. 11. Características de los crustáceos. 12. Alteraciones en la manipulación y el almacenamiento de mariscos. 13. Microbiología de los mariscos.

16.1. Características generales de los pescados

En el Código Alimentario Español (CAE) se emplea la denominación genérica de pescados para hacer referencia a los animales vertebrados comestibles, marinos o de agua dulce: peces, mamíferos, cetáceos, y anfibios frescos o conservados por distintos procedimientos autorizados.

16.1.1. Peculiaridades de su hábitat

En comparación con la caza, la pesca es un arte relativamente fácil, por lo que es de suponer que sería descubierta rápidamente por nuestros antepasados. Hoy en día la pesca es necesaria para que algunas poblaciones, por ejemplo, Japón y el sureste asiático, consigan el aporte proteico que requieren en cuanto a cantidad y calidad.

La principal diferencia del pescado respecto a las carnes radica en su origen. Así, mientras que la mayor parte de la carne procede de animales domésticos criados para el consumo y, en mucha menor medida, de la caza de animales salvajes, en el caso del pescado la situación es justamente la contraria: la mayoría procede de animales libres y sólo una pequeña parte tiene su origen en los criados en viveros (algunas variedades de salmones y truchas). Por otra parte, la alimentación del pescado es, fundamentalmente, de origen animal, mientras que la de los animales domésticos es vegetal.

Aunque la extensión oceánica ocupa alrededor de las cinco sextas partes de la superficie terráquea y esto podría presuponer una reserva casi inagotable de proteínas animales, la realidad es que las zonas de pesca se localizan en las aguas más superficiales de las plataformas continentales y que su tamaño es limitado. Por lo común, la mayor parte del pescado procede de aguas de profundidad inferior a 200 metros, que corresponden a las plataformas continentales, las cuales constituyen la prolongación de la tierra firme hacia el mar. Las plataformas suponen alrededor del 8% de la superficie oceánica total y se continúan con regiones de fuerte pendiente, conocidas como taludes continentales, que descienden hacia las profundidades submarinas. En estas zonas, la profundidad media ronda los 6.000 metros, aunque puede llegar hasta más de 10.000 en las grandes simas.

El mantenimiento de la vida marina depende, en buena parte, de la fotosíntesis que llevan a cabo algas microscópicas unicelulares, las **diatomeas**, que se encuentran en las aguas superficiales. Estas algas, junto con otras y pequeños animales, los **dinoflagelados**, forman el **plancton** que flota y se desplaza pasivamente en las aguas marinas. Los dos componentes del plancton, el fitoplancton y el zooplancton, son la base nutritiva para numerosas especies de peces y mamíferos marinos que constituyen, a su vez, la fuente alimenticia para los peces predadores y otras especies de seres vivos marinos.

Por lo común, la morfología de los peces es aerodinámica, con un cuerpo elíptico que facilita su desplazamiento acuático. El esqueleto es óseo en la mayoría de las especies y está formado por la columna vertebral, el cráneo y los huesos de las aletas; pueden existir también espinas intramusculares, causantes de no pocas molestias para quienes los degustan. En los escualos y ráyidos, el esqueleto es cartilaginoso. La proporción corporal de sangre es del 2%, cifra sensiblemente inferior al 7% de los mamíferos.

16.1.2. Clasificaciones del pescado

Atendiendo al interés alimenticio y a los procesos tecnológicos que se aplican, el CAE establece la clasificación que sigue del pescado:

❑ **Pescado fresco**

Los pescados frescos son aquellos que, desde su captura, no han sufrido ninguna operación dirigida a conservarlos, excepto la adición de hielo troceado, puro o mezclado con sal, o aquellos que han sido conservados a bordo de los pesqueros con agua de mar o salmuera refrigerada. No se considera proceso conservador el descabezado, el desangrado o eviscerado ni el mantenimiento en refrigeración.

❑ **Pescado congelado**

Los pescados congelados son pescados enteros o fraccionados, eviscerados, inalterados y frescos, que se han sometido a la acción del frío hasta lograr en su centro, y en un período de tiempo no superior a dos horas, que la temperatura pase de 0°C a -5°C. Posteriormente, se mantendrán en el congelador a temperaturas de -23°C o inferiores hasta la congelación completa. Después de obtenida la estabilización térmica, la temperatura debe ser de -18°C para los pescados magros, semigrasos y grasos; de -16°C para los crustáceos y moluscos; -15°C para los cefalópodos y de -9°C para los túnidos en congelación por salmuera.

Los ultracongelados son los productos de la clase extra, es decir, los que proceden de la pesca artesanal, el marisqueo o cultivos marinos, que llegan al consumidor directamente sin necesidad de emplear hielo, sal ni otros medios conservadores; en ellos se consigue en el centro del producto, y en un tiempo inferior a dos horas, una temperatura comprendida entre 0°C y -5°C.

❑ **Pescado salado**

Los pescados salados son los pescados frescos, enteros o fraccionados, eviscerados e inalterados, que han sido sometidos a la acción prolongada de la sal común en forma sólida o de salmuera. Pueden acompañarse o no de otros condimentos y especias.

Los productos verdes o salpresados y salados son los pescados frescos recubiertos, simplemente, de una moderada capa de sal o salmuera.

❑ **Pescado ahumado**

Son pescados ahumados aquellos que, enteros o fraccionados, eviscerados e inalterados, primeramente han quedado sometidos a la acción de la salmuera y a una desecación, y después han sufrido la acción del humo de madera o de otros productos autorizados.

❑ **Pescado desecado**

Son pescados desecados aquellos que, enteros o fraccionados, eviscerados e inalterados, se han sometido a la acción del aire seco o de cualquier procedimiento autorizado para reducir su contenido en agua durante un período de tiempo variable, según las condiciones ambientales y sus dimensiones, suficientes para conseguir una conservación más o menos prolongada. Su riqueza en agua no es superior al 15%.

Los **productos seco-salados** han sufrido la acción de la sal común y del aire seco hasta llegar a un grado de humedad no superior al 50%.

Desde el punto de vista zoológico podemos clasificarlos en:

- **Ciclóstomos.** Los ciclóstomos son pescados con boca circular, esqueleto cartilaginoso, piel suave y viscosa y carentes de escamas y aletas. En nuestro país se consumen poco; entre ellos podemos destacar las lampreas de río y de mar.
- **Elasmobranquios.** También conocidos como seláceos, los elasmobranquios son pescados con escamas granulares y piel muy rugosa. Presentan una boca ventral semicircular en las que los dientes adoptan la forma de una sierra. Su esqueleto es cartilaginoso. Ejemplos conocidos son el esturión, la raya y la pintarroja.
- **Teleósteos.** Los teleósteos son los más abundantes; su esqueleto es óseo y sus formas muy diversas, en función de la familia, el género y la especie a la que pertenezcan. Entre los principales tenemos los siguientes:
 - Anguiliformes, como las angulas y las anguilas.
 - Carangiformes, como el jurel y la palometa.
 - Cipriniformes, como la carpa y el barbo.
 - Cupleiformes, como la sardina y el boquerón.
 - Congeriformes, como el congrio.
 - Escombriformes, como el atún, el bonito y el pez espada.

- Gadiformes, como el bacalao, la faneca y la pescadilla.
- Perciformes, como la lubina, el mero, el salmónete y el besugo.
- Pleuroneciformes, como el gallo, el lenguado y el rodaballo.
- Salmoniformes, como el salmón y la trucha.
- **Anfibios.** En España, únicamente se consumen las ancas de rana.
- **Mamíferos marinos.** Los mamíferos marinos no se consumen en nuestro país. En otros se consume la carne de ballena y la de calderón.

16.2. Características organolépticas y bromatológicas del pescado

16.2.1. Propiedades organolépticas

No existe uniformidad en cuanto a la textura, el sabor, el aspecto y el olor de los diferentes productos de la pesca, sino que cada uno presenta unas propiedades particulares que lo diferencian del resto. No obstante, en el pescado fresco, sí que es característico el olor a mar.

Las sustancias principalmente implicadas en la aparición de unos u otros caracteres organolépticos son de dos tipos:

- **Compuestos nitrogenados.** Los **aminoácidos libres**, como la glicocola, la alanina, la serina y la treonina, proporcionan ligero sabor dulce, mientras que la arginina participa en el típico aroma marino; la histidina es abundante en el atún y en la caballa; y la taurina acentúa la reacción de Maillard. Por otro lado, intervienen algunos **dipéptidos**, como la carnosina, que abunda en el salmón; la anserina, en algunos salmónidos, truchas y escualos; y la balenina de las ballenas. También hay **nucleótidos**, como el ATP, que son responsables del sabor tan apreciado por chinos y japoneses. Asimismo, encontramos **compuestos de guanidina**, como la creatina y la arginina y **sales de amonio cuaternario**, como el óxido de trimetilamina, que procura un leve sabor dulce.
- **Compuestos volátiles**, como ciertos **aldehídos, cetonas y alcoholes**, y **compuestos sulfurados**, responsables del peculiar aroma de los alimentos marinos.

A título de orientación hacia el consumidor, haremos a continuación una serie de consideraciones.

❑ **Pescado fresco**

Los ojos del pescado fresco deben estar brillantes y carecer de tonalidades mates u opacas; las agallas serán de color rojo, sin pegarse unas a otras, y la carne será firme y con escamas bien adheridas. Si deseamos conservarlo, habremos de eliminar las vísceras y las escamas.

❑ **Pescado congelado**

El pescado congelado debe presentar al corte una carne compacta de aspecto céreo, sin evidenciarse a simple vista cristales ni agujas de hielo. Durante el descongelado, la exudación no debe ser muy abundante. Una vez que está totalmente descongelado, este pescado debe tener el aspecto, la consistencia y el olor del fresco, no percibiéndose ningún signo de rancidez ni de recongelación. No obstante, es normal que la calidad gustativa del pescado congelado sea ligeramente inferior a la del fresco, porque la formación de pequeños cristales de hielo en su interior daña parte de su estructura y provoca un ligero desmenuzamiento al cocinarlo.

❑ **Pescado salado**

La consistencia al tacto del pescado salado será firme; el gusto, salado y la coloración, variable, amarillo claro o rosa, según el método y la especie preparada.

❑ **Pescado ahumado**

Los pescados ahumados han de tener una consistencia firme al tacto; serán translúcidos y su coloración oscilará del amarillo dorado claro al amarillo dorado oscuro; carecerán de manchas, sabores u olores anormales. A la presión con los dedos, no deben trasudar agua.

❑ **Pescado desecado**

No se debe detectar en el pescado desecado un exceso de humedad o de sal, la presencia de sangre coagulada o de otros productos, coloraciones y sabores anormales, así como tampoco hongos, insectos, ni ácaros.

16.2.2. Caracteres físico-químicos y bromatológicos

Forman parte de la composición del pescado representantes de todos los principios inmediatos. Aunque las cantidades y proporciones pueden variar de unas especies a otras, por término medio, consideraremos los que siguen.

❑ **Glúcidos**

Al igual que sucede en la carne, la cantidad de hidratos de carbono en el pescado es realmente baja; por lo general, es inferior al 1%, y se debe a la presencia de

pequeñas cantidades de glucógeno. La lucha en la red o en el anzuelo agota la práctica totalidad de las reservas que hay en el músculo. Después de muerto el animal, el glucógeno se transforma en ácido láctico, lo que desencadena un descenso en el pH. El pH normal gira en torno a 7,3. Su descenso por el acumulo de ácido láctico es menor que en el caso de la carne, a causa de la combinación de tres factores:

- El diseño muscular del pescado es diferente al de la carne, pues está adaptado a sacudidas violentas y rápidas, no a esfuerzos mantenidos.
- En el músculo del pescado se encuentra la sustancia **óxido de trimetilamina** con efecto tampón, que se opone al descenso del pH.
- La cantidad de glucógeno presente es escasa.

El resultado es, en el caso de los pescados que proceden de criaderos, una caída del pH hasta un valor

aproximado de 6,2 o 6,5, el cual asciende luego hasta 6,6 o 6,7, y que se traduce en una predisposición para la alterabilidad, al no inhibirse la proliferación bacteriana.

□ Lípidos

El hábitat natural del pescado, es decir, el medio acuático, procura una baja temperatura al animal. A esta temperatura, la grasa saturada se encuentra en estado sólido, haciendo imposible la supervivencia del pez. Por ello, en el compuesto lipídico mayoritario, los triglicéridos, encontramos una importante cantidad de ácidos grasos poliinsaturados de **tipo omega** que desempeñan una función protectora frente a la génesis de accidentes circulatorios. No obstante, también forman parte de los triglicéridos los ácidos grasos monoinsaturados y saturados. En algunas especies destaca, igualmente, un considerable contenido en colesterol y ésteres de colesterol, lecitinas y otros fosfolípidos, ceras y ácidos grasos libres.

Cuadro 16.1. Concentración promedio y tipos de ácidos grasos y colesterol en algunas especies de pescado de consumo humano.

Pescados	AGS	AGM	AGP	Colesterol	AGS			AGM		AGP					
					C14:0	C16:0	C18:0	C16:1	C18:1	C18:2	C18:3	C20:4	C20:5	C22:5	C22:6
Abadejo	0,13	0,08	0,5	50	0,004	0,10	0,01	0,01	0,05	0,002	0,002	0,01	0,008	0,004	0,13
Anguila	3,15	9,94	1,48	50	0,82	1,95	0,19	1,73	3,88	0,13	0,57	0,12	0,11	0,09	0,08
Atún	3,08	2,66	3,41	38	0	1,98	0,75	0,39	2,26	0,13	0	0,10	0,69	0,30	2,18
Boquerón	1,65	1,33	2,06	-	0,39	0,93	0,32	0,52	0,81	0,12	-	0,009	0,7	0,03	1,18
Caballa	2,43	3,86	2,43	80	0,45	1,58	0,31	0,53	1,66	0,14	0,09	0,09	0,65	0,14	1,13
Lenguado	0,18	0,27	0,43	60	0,02	0,11	0,03	0,07	0,12	0,004	0,004	-	-	0,03	0,10
Merluza	0,5	0,52	0,8	67	0,09	0,33	0,06	0,17	0,34	0,04	0,07	0,16	0,19	0,03	0,28
Pescadilla	0,09	0,17	0,15	110	0,01	0,05	0,01	0,02	0,08	0,006	0,002	-	-	0,09	0,07
Pez espada	1,15	1,43	0,99	39	0,11	0,80	0,22	0,26	1,16	0,03	0,19	0,07	0,11	-	0,56
Salmón	2,97	4,6	2,99	70	0,51	2,03	0,42	0,64	2,46	0,15	0,08	0,05	0,88	0,29	1,12
Sardina	2,64	1,8	2,28	100	0,21	1,72	0,61	0,16	1,38	0,22	0,22	0	0,46	0	1,32
Trucha	0,43	0,74	1,09	80	0,04	0,25	0,08	0,17	0,41	0,09	0,10	0,10	0,15	0,9	0,46

* Los ácidos grasos se expresan en gramos; el colesterol en miligramos

** AGS: ácidos grasos saturados: C14:0 ácido mirístico
C16:0 ácido palmítico
C18:0 ácido esteárico

*** AGM: ácidos grasos monoinsaturados: C16:1 ácido palmitoleico
C18:1 ácido oleico

**** AGP: ácidos grasos poliinsaturados: C18:2 ácido linoleico
C18:3 ácido linoléico
C20:4 ácido araquidónico
C20:5 ácido eicosapentaenoico
C22:5 ácido docosapentaenoico
C22:6 ácido docosahexaenoico

Los ácidos grasos poliinsaturados tipo omega C20:5 n3 y C22:6 n3 participan en la síntesis de diversos compuestos regulares, como las prostaciclina y los tromboxanos. La consecuencia es la vasodilatación arterial y la inhibición de la agregabilidad plaquetaria, de efecto claramente beneficioso para el buen mantenimiento de la circulación sanguínea. Las poblaciones que consumen elevadas cantidades de pescado como los esquimales o los japoneses, presentan menos pro-

blemas de arteriosclerosis que las sociedades en las que el consumo es bajo. En España, la situación es bastante buena, comparada con otros países de nuestro entorno, debido al mantenimiento de una importante flota pesquera que suministra estos artículos.

Los depósitos de grasa están distribuidos en diferentes regiones de la anatomía del animal; destaca el tejido adiposo subcutáneo de los peces y de los mamí-

feros marinos, el hígado de los peces magros, el tejido muscular y las gónadas maduras. Uno de los lugares de mayor concentración es el hígado, que es una generosa fuente de vitaminas liposolubles y de ácidos grasos. En el tejido muscular del bacalao, por ejemplo, únicamente se deposita un 1% del total lipídico y, de éstos, sólo el 3% son triglicéridos. El resto de materia grasa se localiza, prácticamente en el hígado. Por otro lado, en los pescados planos, la mayor parte de la grasa suele estar debajo de la piel.

En función del contenido lipídico, es posible establecer los siguientes grupos de pescados:

- **Pescado blanco o magro.** Su porcentaje graso está comprendido entre un 0,1% y un 1%. Atendiendo a la forma del animal se habla de **pescado redondo** (merluza, bacalao, eglefino, carbonero, etc.) y **pescado plano** (lenguado, platija, solla...).
- **Pescado azul o graso.** Posee entre un 5% y un 25% de grasa. En este grupo se incluyen los que, posiblemente, son más consumidos por la población, es decir, los arenques, las sardinas y algunos de los peces de agua dulce. Aunque durante algún tiempo no han sido muy bien considerados, por su elevado contenido lipídico, en la actualidad se valoran, dadas las propiedades beneficiosas de la grasa que contienen. Los peces de este grupo se engloban dentro del llamado **pescado pelágico** y, como característica diferencial, la grasa se distribuye de forma difusa por todos los tejidos, no existiendo depósitos propiamente dichos.
- **Pescado con contenido graso intermedio.** La cantidad de grasa oscila entre un 1% y un 10%. Algunas de las especies más características son el salmón y las truchas de mar y de río.

A partir del hígado del pescado se puede obtener aceite de gran valor nutritivo, aunque su sabor es poco agradable. Su saturación por hidrógeno permite una consistencia sólida, siendo necesario el empleo de aditivos para enmascarar su sabor.

□ Proteínas

Las proteínas conforman aproximadamente entre un 15% y un 20% de la composición del animal. Forman parte de la estructura muscular y sus características son muy similares a las de la carne. La proporción de tejido conjuntivo es ligeramente inferior, entre un 3% y un 10%, y el colágeno que lo compone comienza a gelatinizarse entre 30°C y 45°C, dependiendo de la especie pesquera. A diferencia de la carne, carece de reticulina y de elastina. Todo ello determina la relativa blandura y el alto valor biológico del pescado.

El depósito muscular del pescado constituye su principal parte comestible. A los lados de la columna vertebral se disponen dos bandas musculares que recorren toda la longitud del pez. Dichas bandas, de tonalidad blanquecina, se dividen en dos partes, una dorsal y otra ventral, por la existencia de un septo conjuntivo. Fuera, a nivel subcutáneo, hay finas láminas musculares de color más rojizo, por la abundancia de mioglobina, con mayor contenido lipídico.

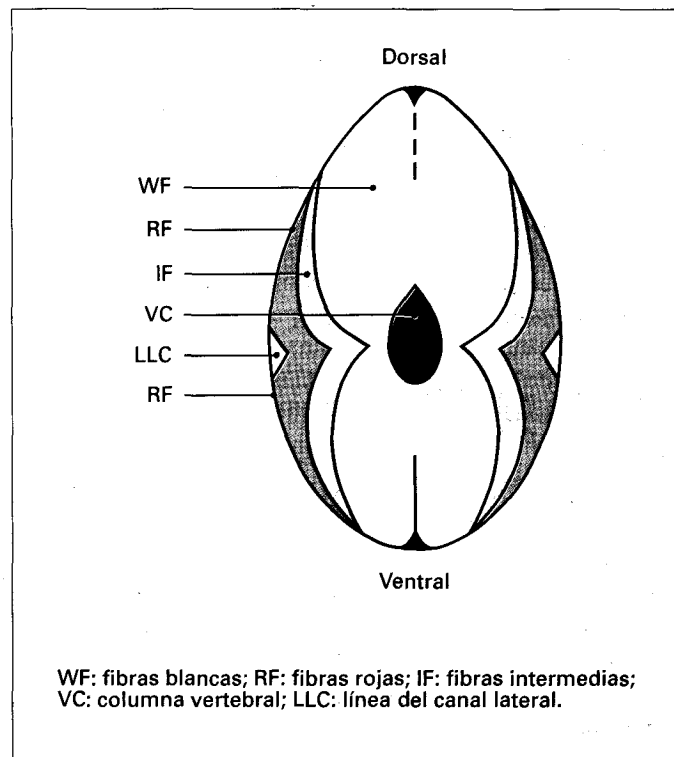


Figura 16.1. Sección transversal del bacalao en el punto de máxima flexión.

En comparación con los animales de sangre caliente, las fibras musculares del pescado son cortas, de unos 3 cm, y se ordenan en láminas conocidas como **miotomas**, que se separan por tabiques de tejido conjuntivo o **mioseptos**. El número de miotomas se corresponde con el de vértebras. Solo un 10% está formado por músculo lento y aerobio, rico en mioglobina. Las proteínas estructurales constituyen entre un 65% y un 75% de las proteínas totales y están compuestas por **miosina** (40%), de comportamiento ligeramente diferente a la que hay en la carne, y **actina** (15%-20%), con propiedades similares a su homóloga en los animales terrestres. Otras proteínas de mucha menor importancia nutricional son los enzimas, el colágeno y las proteínas pigmentadas, como la hemoglobina, la mioglobina y los citocromos.

La rigidez cadavérica y su desaparición son muy rápidas: a las cinco horas de la muerte, a una temperatura de 0°C, sobreviene la rigidez cadavérica, que desaparece tras treinta horas. La leve caída en el pH es, en parte, responsable de la rápida aparición de estos fenómenos.

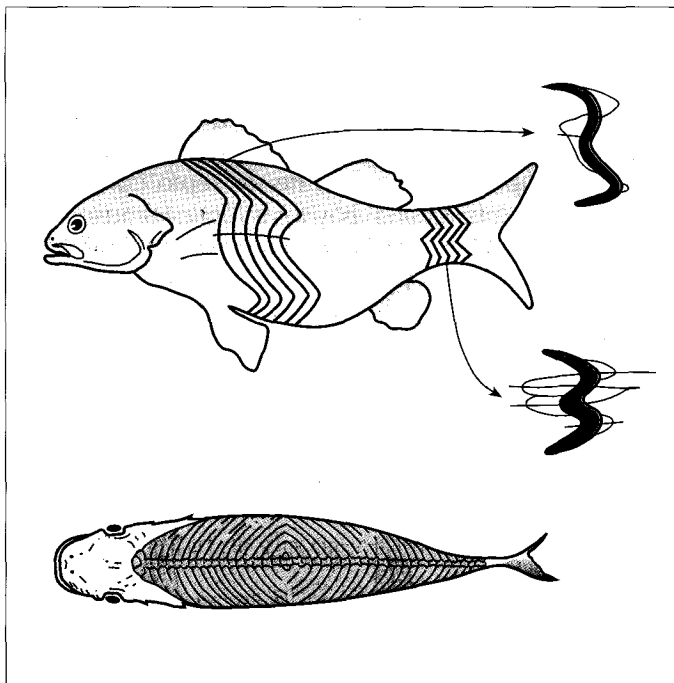


Figura 16.2. Estructura del miotomo de la musculatura de peces óseos.

□ Vitaminas

Los pescados grasos contienen elevadas cantidades de vitaminas A y D inmersas en su tejido muscular, mientras que la cifra es mucho menor en los pescados magros, en los que sólo en el hígado se encuentran cantidades apreciables.

Destacan, a este respecto, como fuentes importantes de estas vitaminas, los aceites de halibut, de bacalao y de tiburón.

En el músculo del pescado también se detectan cantidades nada despreciables de vitaminas del grupo B, entre las que sobresalen la tiamina, el ácido nicotínico, la riboflavina y el ácido fólico.

Por el contrario, los niveles de vitamina C son prácticamente despreciables, aunque la cantidad presente en las huevas y el hígado del pescado es suficiente para prevenir la aparición de escorbuto en algunas poblaciones, como los esquimales, cuya alimentación se basa en la ingesta de carne y de pescado (Cuadro 16.2.).

Cuadro 16.2. Concentración promedio de vitaminas en algunas especies de pescado de consumo.

Pescados	Vit. B ₁ *	Vit. B ₂ *	Vit. B ₃ *	Vit. B ₆ *	Ac. fólico**	Vit. B ₁₂ **	Vit. C*	Vit. A**	Vit. D**	Vit. E**
Abadejo	0,08	0,07	4,9	0,33	12	2	Tr	Tr	Tr	0,44
Anguila	0,17	0,32	5,5	0,3	-	1	Tr	1.000	110	-
Atún	0,05	0,2	17,8	-	15	5	Tr	60	25	-
Boquerón	0,06	0,3	8,3	-	-	-	-	47	8	-
Caballa	0,09	0,3	9	0,7	-	10	Tr	36	16	-
Lenguado	0,1	0,12	5,5	-	11	1	Tr	Tr	Tr	-
Merluza	0,08	0,08	6	-	13	1	Tr	Tr	Tr	-
Pescadilla	0,09	0,07	7,1	-	13	1	Tr	Tr	Tr	-
Pez espada	0,05	0,05	9	-	15	5	Tr	500	Tr	-
Salmón	0,2	0,15	10,4	0,75	26	5	Tr	Tr	Tr	-
Sardina	0,12	0,38	6,4	-	8	28	Tr	64	8	-
Trucha	0,08	0,1	5,1	-	-	-	Tr	14	Tr	-

* Expresado en mg
 ** Expresado en µg
 Tr: Trazas

□ Minerales

El pescado es una notable fuente de los minerales que intervienen en el metabolismo óseo: calcio, fósforo y magnesio. Destaca, de igual manera, el alto contenido de yodo de algunas especies marinas. La cantidad de cobre es similar a la hallada en la carne y sensiblemente inferior a la de hierro, por el menor contenido de sangre del pescado. Los minerales representan, junto con

las vitaminas, alrededor de un 2% de la composición del pescado.

En nuestro país, el alto consumo de especies procedentes del Mediterráneo puede ocasionar problemas de salud pública, dado el elevado contenido de mercurio detectado en carne de pescado, cuyo comportamiento es muy tóxico. Su actividad es contrarrestada, en parte, por el selenio, presente en los cereales en elevadas cantidades.

□ Agua

El agua supone entre un 78% y un 81% del contenido total en bastantes especies. Puesto que el contenido proteico es bastante constante, las principales variaciones en cuanto al contenido hídrico tienen que ver con la mayor o menor proporción de grasa. Ni que decir tiene que el elevado porcentaje lipídico se relaciona directamente con el aporte energético, y es bastante habitual que las especies más grasas provoquen en el consumidor una sensación de saciedad intensa.

□ Otros componentes

En el pescado aparecen, del mismo modo que en la carne, bases nitrogenadas como la **carosina**, la **anserina** y la **creatina**, pero, además, contiene otros compuestos, como la **urea** y el **óxido de trimetilamina**. Este último, al parecer, interviene en la regulación osmótica y funciona como receptor de hidrógeno.

16.3. Obtención, faenado y manipulación del pescado

El pescado que consumimos proviene de capturas realizadas con arreglo a las cuatro modalidades tradicionales de pesca: gran altura, altura, litoral y fluvial.

Con el pescado se siguen unos métodos de obtención higiénica muy distintos a los de la carne, lo que se debe a que en esta operación influyen factores muy diversos, entre los que destacan el hecho de que una parte del pescado capturado —generalmente, aquel que pertenece a las especies más pequeñas— no es sometido a ningún tratamiento, excepto las correspondientes medidas de refrigeración hasta su desembarco. Esto significa que conserva sus propias vísceras, fuente contaminante de primer orden.

Por otra parte, hay barcos que faenan durante bastante tiempo lejos de las costas; las medidas higiénicas, tanto de las instalaciones del buque como de los pescadores, deben extremarse, pues la limpieza no es sencilla en estas condiciones. Por último, hay que añadir que cada especie es distinta en cuanto a sus condiciones de obtención y conservación, y que han de aplicarse técnicas de captura y faenado apropiadas a cada caso.

16.3.1. El barco

Desde la simple barca de pesca de costa hasta los grandes buques, hay toda una gama intermedia de embarcaciones que se dedican a las artes de la pesca.

En nuestras costas es frecuente ver pequeñas embarcaciones que faenan durante unas horas al borde mismo de la costa, alejándose sólo unos cuantos kilómetros. Estas embarcaciones salen y entran en el día de

los puertos; sus instalaciones de conservación del pescado capturado son mínimas y, en muchos casos, inexistentes. Generalmente, las piezas capturadas permanecen en cajas en las cubiertas hasta su desembarco en el puerto, lo que puede durar cuatro o cinco horas.

Es frecuente que algunos pescadores, una vez desembarcado el pescado, limpien las lanchas con agua del mar tomada del propio puerto en el que están atracadas e, incluso, limpian también los utensilios que usan para contener el pescado con esta misma agua. Esta práctica es un factor de riesgo, puesto que el agua de los puertos suele estar contaminada, dada su proximidad a la población y porque en muchos casos, las alcantarillas de los pequeños pueblos pesqueros desembocan en el propio puerto.

Los buques que faenan a más altura y de forma más organizada están diseñados para evitar la contaminación y el deterioro del pescado. Sus bodegas y aparejos están contruidos con materiales inalterables y no tóxicos que permiten una fácil limpieza. La limpieza debe hacerse siempre con agua potable, clorada y, preferiblemente, con los modernos sistemas de mangeras de presión y de vapor. Esta limpieza es fundamental en el buque; el agua es su principal elemento, de manera que no son necesarios detergentes ni productos químicos que, además, podrían dejar restos potencialmente contaminantes del pescado.

16.3.2. El faenado

El faenado del pescado comienza cuando se izan las redes del mar a la cubierta; en ese momento, ya comienza el deterioro del pescado.

Ya sea por simple presión y aplastamiento de unos peces con otros en redes muy cargadas, o por desgarros, golpes, pisotones, etc., algunos peces pueden soltar parte de su contenido intestinal, con lo que se contaminan los que le rodean. En consecuencia, lo primero que se hace es separar el pescado apto del que no lo es. Esta práctica se hace siempre al abrigo del sol y del viento. A continuación, si la especie capturada lo requiere, se procede a su decapitación y evisceración lanzando al mar los productos de desecho y lavando el pescado con agua abundante, potable, nunca de mar, al objeto de eliminar los restos de sangre y de vísceras. Seguidamente, el pescado se pasa a las bodegas, que deberán estar refrigeradas a una temperatura de entre 0°C y 4°C.

En algunos buques, como los buques factoría, el faenado se completa con el fileteado, sólo para ciertas especies. En este caso, hay una manipulación directa por parte de operarios, lo que entraña un riesgo añadido de contaminación si éstos no guardan la debida higiene personal.

16.3.3. Desembarco y comercialización en las lonjas

En las lonjas de los puertos pesqueros se desembarca el pescado y se adjudica a los compradores por subasta a la baja. Para la subasta, el pescado, se coloca en cajas limpias, cubierto con hielo desmenuzado. Se utiliza una cantidad de hielo que varía entre un 30% y un 35% del peso del pescado, según el calor de la estación. Las cajas son no retornables, es decir, no pueden volver a ser usadas, si bien, por desgracia, esta práctica es habitual.

Los locales de las lonjas deben estar contruidos con materiales que permitan una fácil limpieza, con paredes alicatadas, esquinas redondeadas y pavimentos adecuados. Estos materiales permitirán la limpieza con agua abundante, mangueras de presión y chorros de vapor.

16.3.4. Transporte

Para el pescado fresco, transportado a cortas distancias, se exige un vehículo cerrado. No obstante siempre es preferible recurrir a vehículos isotermos refrigerados que, en cualquier caso, se precisan para el transporte a grandes distancias.

16.3.5. Manipulación en factorías

En la preparación de la pesca, se comienza separando la parte comestible de las que no lo son, siendo estas últimas bastante aprovechadas en la elaboración de piensos para el ganado doméstico. De este modo, las partes útiles se mantienen en buen estado más tiempo y mejora el rendimiento económico, al reducirse los costes del transporte. En la actualidad el proceso posterior está totalmente mecanizado; así, hay máquinas para descamar, eviscerar, descabezar, descabezar y eviscerar simultáneamente, filetear, pelar, cuartear y separar la carne del pescado.

El procesado del pescado sigue una serie de etapas:

1. **Categorización.** Consiste en agrupar a los peces atendiendo a su especie y a su tamaño, separando el pescado que no está en condiciones para su consumo. Lo ideal es que esta actividad se haga a bordo de los barcos, con el fin de evitar errores debido a la instauración de la rigidez cadavérica. Categorizar por el tamaño incrementa el rendimiento industrial y es de gran interés en la producción de ahumados y salados.
2. **Lavado.** Es útil para reducir la contaminación bacteriana. Por término medio, debe emplearse doble cantidad de agua que de pescado.
3. **Descamado.** La eliminación de las escamas evita que actúen los microorganismos pegados a ellas.

Se ha de descamar con cuidado, para evitar dañar la piel o el tejido muscular.

4. **Descabezado y destripado.** El descabezado sirve para mejorar el aprovechamiento de la materia prima útil. El corte dañará lo menos posible el tejido muscular. A veces, la cabeza se separa sin cortar las vísceras conectadas a ella, lo que facilita extraerla posteriormente. La evisceración se practica en el pescado que va a ser enlatado, salazonado o ahumado, o en especies de peces en los que aún no se practica el fileteado mecánico. Actualmente hay máquinas que descabezan y destripan simultáneamente.
5. **Fileteado.** El fileteado se forma con los músculos dorsales y abdominales. Las máquinas fileteadoras permiten un ajuste adecuado de las cuchillas en función de la forma del pez.
6. **Desollado.** Eliminar la piel del filete.
7. **Separación de la carne.** Se obtiene el pescado desmenuzado a partir de los residuos del fileteado ordinario. Se consigue entre un 15% y un 30% más de carne mediante máquinas especiales.

16.4. Inspección del pescado y determinación de su grado de frescura

16.4.1. Inspección del pescado

Hay una serie de peculiaridades de la pesca que hacen que el trabajo de inspección difiera notablemente del protocolo utilizado para las carnes.

En primer lugar, la inspección ha de hacerse por muestreo, y no sobre todas las piezas capturadas, en especial, cuando las especies son pequeñas.

En segundo lugar, la inspección debe mantenerse en todo momento, es decir, desde la captura hasta la comercialización final, dada la facilidad con la que el pescado se deteriora. En este sentido, se debe tener muy en cuenta el origen del pescado, pues, si bien es cierto que capturado en alta mar suele estar poco contaminado, no ocurre lo mismo con el pescado de aguas costeras y continentales, dada su proximidad a zonas habitadas, en las que las alcantarillas salen directamente a este medio.

En tercer lugar, las características organolépticas, como el color, el olor, el brillo y el aspecto general, varían enormemente según las especies. En los siguientes subapartados veremos en detalle cuáles son los puntos en que debemos fijarnos para determinar el grado de frescura del pescado.

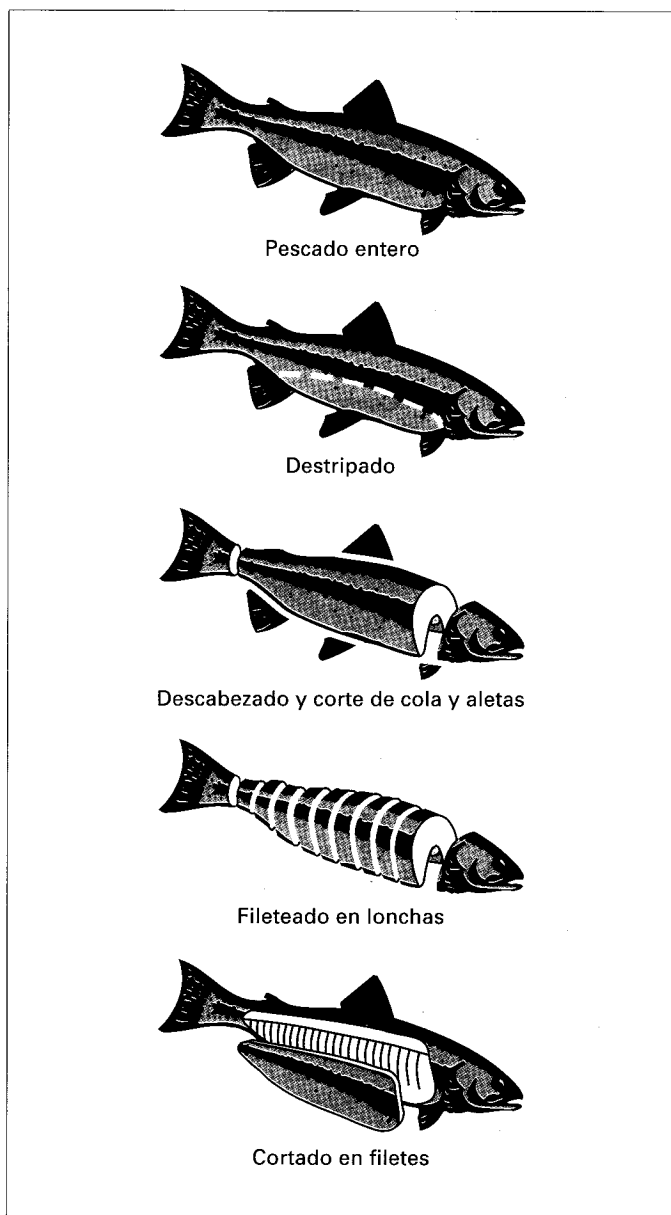


Figura 16.3. Destripado y fileteado del pescado.

❑ Brillo y color

El brillo y el color son datos muy fiables de si un pescado es fresco o no. Hemos de hacer la siguiente distinción:

- Para los peces con esqueleto cartilaginoso, por ejemplo, las rayas, el color es blanco en su cara ventral, parecido a la porcelana. Esta coloración blanca está bordeada de rojo en la base de las aletas. A medida que el pescado va perdiendo frescura, la coloración roja se torna verde-azulada, para pasar a decolorarse cuando el pez está en franca descomposición.
- Para los peces con esqueleto óseo, la coloración tiene un brillo metálico con reflejos que recuer-

dan al arco iris, de colores muy vivos. A medida que pasa el tiempo, se van perdiendo los reflejos, y el brillo deja paso a un aspecto mate, señal de que el pescado ya no está fresco.

Por otra parte hay que tener en cuenta que hay pescados con colores típicos, para los cuales el brillo y el color son especiales, como las llamadas julias, rojizas-anaranjadas y brillantes.

❑ Aspecto de los ojos

El aspecto de los ojos es una de las cosas en las que más se fijan los consumidores. Los ojos opacos o empañados, que carecen de transparencia y están hundidos en la cavidad orbitaria, perdiendo su convexidad, son indicativos de que el pescado no está fresco. Por el contrario, la transparencia, la convexidad y el aspecto vítreo y brillante de los ojos son denominador común del pescado fresco.

❑ Piel y escamas

En el pescado fresco la piel está tensa y firmemente unida a los tejidos subyacentes. Debe ser difícil separarla entera sin que se rompa. Por su parte, las escamas, si existen serán brillantes y estarán fuertemente unidas a la piel y entre sí. La pérdida de estas características va en detrimento de la frescura del pescado.

❑ Olor

El olor es otro de los elementos que conviene tener en cuenta. El olor amoniacal, salvo en los peces de esqueleto cartilaginoso, indica mal estado del pescado. Los peces deben oler a mar y, en ciertas especies de agua dulce, a cieno.

En cuanto a los peces cartilagosos, el olor débilmente amoniacal es normal, acentuándose en la boca y en el ano. Sin embargo, si damos un corte en la carne del animal, ese olor no debe persistir en el interior, si persiste, la causa será la falta de frescura.

❑ Opérculos y branquias

El opérculo es propio sólo de los teleósteos. Debe estar bien adherido a la cabeza, no separado ni levantado, carecer de manchas. En cuanto a las branquias, deben ser rojas, brillantes y con olor a mar. En los peces de agua dulce, el olor no es tan intenso como en los marinos. A medida que el pescado se altera, los opérculos se van abriendo y las branquias se vuelven pastosas, deshaciéndose fácilmente, con mal olor y sin brillo. En algunas ocasiones podemos encontrar pescado alterado con las branquias secas.

❑ **Secreciones**

Las secreciones, de las que carece el pescado fresco, no deben confundirse con la humedad normal del pescado, ni con las capas de mucus que es propia de determinadas especies de peces cartilaginosos.

❑ **Aspecto del abdomen**

El abdomen ha de tener el aspecto propio del pescado vivo, es decir, no debe estar hinchado, hundido ni roto. La piel del abdomen debe ser brillante y sin manchas. En el pescado no eviscerado el abdomen se torna hinchado a medida que pierde frescura, y aparecen manchas de diversos tipos.

❑ **Rigidez**

La rigidez es un signo de frescura; no olvidemos que el pescado sufre el proceso de *rigor mortis* en su musculatura. No se debe confundir la rigidez con la congelación ni con el enfriamiento excesivo.

En general, a medida que el pescado va siendo menos fresco, gana en blandura. No obstante, hay que tener en cuenta que algunas especies, como la merluza y otras de arrastre, no presentan rigidez, sin que ello signifique que están en mal estado.

❑ **Aspecto del ano**

El ano estará cerrado y no tendrá signo alguno de prolapso. La apertura anal o prolapso indica que el pescado no está en condiciones idóneas.

Todos los datos que se acaban de enumerar se pueden observar directamente en el pescado sin abrirlo. Si se cumplen todas estas condiciones anteriores, es posible afirmar que estamos ante un pescado fresco. No obstante, hay otra serie de observaciones internas y de pruebas de laboratorio que resultan imprescindibles en el caso de duda y que son aconsejables ante grandes partidas de pescado, al menos, en un muestreo. Entre ellas, tenemos las que aparecen en los siguientes epígrafes.

❑ **Aspecto de las vísceras**

Sólo se pueden apreciar las vísceras en el pescado que no está eviscerado, fundamentalmente, en pequeñas especies. Las vísceras deben ser consistentes, y estar bien definidas, limpias y brillantes. Cuando las vísceras se deshacen en nuestras manos o están pastosas, el pescado no es fresco. Han de estar rodeadas de un peritoneo bien adherido a la pared, consistente y difícil de desgarrar.

❑ **Espinas**

Las espinas serán duras, de color blanco anacarado y estarán fuertemente adheridas a los músculos. En la espina dorsal debe haber restos de sangre fresca. Cuando intentamos quitar la espina dorsal de un pescado fresco, ésta se suele romper, por la dificultad de tal operación. Espinas que se deshacen en nuestras manos o que se separan con facilidad de la musculatura nos llevan a pensar en un pescado poco fresco.

❑ **Carne**

La carne del pescado debe ser firme y tener el color propio de la especie de que se trate.

16.4.2. Pruebas de frescura

Los test objetivos de frescura son pruebas rápidas, precisas y aplicables a la gran mayoría de los alimentos marinos. Algunos de los indicadores propuestos son el amoniaco, la trimetilamina, las bases volátiles totales, los ácidos volátiles, las sustancias reductoras volátiles, el pH, la capacidad buffer, los sulfuros y los productos del desdoblamiento de nucleótidos. No obstante, sólo unos cuantos son realmente útiles. Para que el estudio sea fiable deben aplicarse, por lo menos, dos pruebas: una que determine la frescura y otra que detecte el deterioro bacteriano. Los mejores indicadores de pérdida de frescura son la **hipoxantina** y el **valor K**.

❑ **La hipoxantina**

La hipoxantina va aumentando con el depósito hasta alcanzar 5 $\mu\text{m/g}$ de peso húmedo y su tasa se corresponde, bastante aproximadamente, con el aroma. El límite de aceptación propuesto para el pescado y los mariscos se ha establecido en los siguientes valores:

- 2-3 $\mu\text{m/g}$ para el bacalao.
- 2-2,5 $\mu\text{m/g}$ para el arenque.
- 1-1,2 $\mu\text{m/g}$ para la caballa.
- 2 $\mu\text{m/g}$ para las gambas.
- 2-4 $\mu\text{m/g}$ para el calamar.

❑ **El valor K**

Este otro indicador se explica por el hecho de que la gran mayoría de especies marinas acumulan inosina en lugar de hipoxantina. El límite de frescura se encuentra en el valor *K* del 20% y a partir del 60% se rechaza la pieza. Se establecen, así, tres categorías diferentes:

- Categoría I o de alta calidad: valor *K* hasta el 3,5%.
- Categoría II o de buena calidad: valor *K* hasta el 18,7%.

- Categoría III o de calidad bastante buena: valor K hasta el 52%.

La **trimetilamina** se acumula durante el almacenamiento y su cifra se corresponde con la tasa bacteriana y con la calificación sensorial, en particular, con el olor crudo. Las **bases volátiles totales** (amoníaco, trimetilamina, dimetilamina y metilamina) aumentan su valor en

relación con las alteraciones bacterianas. La presencia de **diaminas** (putrescina y cadaverina) y de **histamina** se asocia con el deterioro del pescado y del marisco. Algunas manchas de decoloración que aparecen en pescados enteros congelados en el mar tienen que ver con la liberación de cromoproteínas (mioglobina, hemoglobina y citocromos) desde el sistema muscular.

PARA SABER MÁS...

Cálculo del índice de frescura del pescado

El índice de frescura del pescado se obtiene de la media aritmética de una serie de valoraciones hechas sobre las características del pescado que se exponen en la siguiente tabla. Aquellos pescados cuyo índice de frescura sea igual o superior a 2, pueden librarse al consumo humano. El resto se retira y se destina a otros usos.

La Unión Europea clasifica los pescados en cuatro categorías, atendiendo al índice de frescura:

- **Extra.** Índice de frescura igual o superior a 2,7.

- **Calidad A.** Índice de frescura superior a 2 e inferior a 2,7.

- **Calidad B.** Índice de frescura superior a 1 e inferior a 2.

- **Calidad C.** Índice de frescura inferior a 1.

Siguiendo la tabla se obtienen los valores correspondientes para cada elemento de valoración y, posteriormente, se halla la media aritmética, resultando, de este modo, el índice de calidad.

Cuadro 16.3. Tabla para el cálculo del índice de calidad del pescado.

	Valores de apreciación			
	3	2	1	0
Aspecto				
<i>Piel</i>	Pigmentación brillante, con mucus acuoso transparente.	Pigmentación viva, pero sin brillo; mucus ligeramente turbio.	Pigmentación en decoloración; mucus lechoso.	Pigmentación apagada; mucus opaco.
<i>Ojos</i>	Convexo; córnea transparente; pupila negro brillante.	Convexo o subconvexo; córnea ligeramente opaca; pupila negra apagada.	Plano; córnea opaca; pupila opaca.	Cóncava en el centro; córnea lechosa; pupila gris.
<i>Branquias</i>	Rojizo brillante y sin mucosidad.	Menos coloreadas y con ligeras trazas de mucus claro.	Decoloradas y con mucus opaco.	Mucus opaco.
<i>Carne (corte a nivel del abdomen)</i>	Azulada, translúcida, brillante; sin cambio de la coloración natural.	Aterciopelada, cérea; color ligeramente modificado.	Ligeramente opaca.	Opaca.
<i>Color a lo largo de la espina dorsal</i>	Sin coloración.	Ligeramente rosa.	Rosa.	Rojo.
<i>Órganos</i>	Rojo brillante.	Rojo mate.	Rojo pálido.	Rojo pardo.
Estado				
<i>Carne</i>	Firme y elástica, superficie lisa.	Con elasticidad disminuida.	Ligeramente blanda, superficie cérea.	Blanda; las escamas se desprenden fácilmente; superficie granulosa.
<i>Espina dorsal</i>	Se rompe en lugar de desprenderse.	Adherente.	Poco adherente.	No adherente.
<i>Peritoneo</i>	Totalmente adherido a la carne.	Adherente.	Poco adherente.	No adherente.
Olor				
<i>Branquias, piel y cavidad abdominal</i>	A algas marinas.	Ni a algas ni desagradable.	Ligeramente agrio.	Agrio.

16.5. Derivados del pescado

Según el CAE, son derivados los productos obtenidos a partir de pescados de buena calidad y comprobado el estado de frescura, para cuya elaboración se han seguido procedimientos tecnológicos que garantizan su salubridad de un modo absoluto. Distinguimos los tipos de los siguientes apartados.

16.5.1. Semiconservas

Son semiconservas los productos estabilizados por un tratamiento apropiado y mantenidos en recipientes impermeables al agua a una presión normal. Su tiempo de conservación es limitado y se puede prolongar almacenándolos en frigoríficos. Se podrán presentar enteros, troceados en filetes lisos y en filetes enrollados. Se emplean como líquidos de cobertura aceites comestibles y vinagres –solos o mezclados entre sí– sustancias aromáticas, aderezos, condimentos y especias.

16.5.2. Conservas

Las conservas son productos que, con o sin adición de otras sustancias alimenticias autorizadas, se han introducido en envases cerrados herméticamente y han sido tratados después por procedimientos físicos apropiados, de tal forma que se asegura su conservación como productos no perecederos.

16.5.3. Sopas de pescado y bullabesas

Se trata de productos preparados para ser consumidos previa dilución y ebullición en agua. Contienen, además de piezas de pescado, otros productos animales y vegetales, grasas alimenticias, condimentos y especias. También podrán contener pastas alimenticias, harinas, productos amiláceos, extractos de levaduras y sus hidrolizados.

16.5.4. Productos precocinados

Los precocinados resultan de una preparación culinaria no completada y son envasados y sometidos a un procedimiento de conservación por el frío. Para su consumo precisan tratamiento doméstico adicional.

Los platos preparados congelados son los productos resultantes de una preparación culinaria completa, que han sido envasados y sometidos a un procedimiento de conservación por el frío y están listos para su consumo después de un calentamiento.

Tanto los unos como los otros se compondrán de piezas de pescado, con o sin vegetales, especias, condimentos y aromatizantes autorizados.

Aunque en el CAE sólo se contemplan estos derivados de pescado, también podemos encontrar en el mercado los siguientes productos:

16.5.5. Productos despiezados

Los productos despiezados han sido sometidos a la operación de despiece, que consiste en separar diversas partes del animal, siguiendo criterios anatómicos, con el fin de obtener productos comerciales, los cuales tendrán siempre una forma anatómica típica.

16.5.6. Productos troceados

Se trata de los productos que se han troceado, operación que consiste en obtener piezas a partir del producto considerado o de sus despieces, siguiendo criterios convencionales. En todo caso, las piezas tendrán una estructura anatómica identificable.

16.5.7. Productos picados

Estos productos resultan de la operación de picado, con la que se obtienen pequeños trozos a partir del producto considerado de sus despieces o de trozos mayores. Estos pequeños trozos tendrán una estructura tisular típica.

16.5.8. Productos en pasta

Los productos en pasta han sido sometidos a una operación de trituración de una o varias especies de productos de la pesca o de sus despieces o trozos.

16.5.9. Productos deshidratados o liofilizados

Se trata de aquellos productos enteros o fraccionados cuyo contenido en agua se ha reducido hasta el 5%, como máximo, a través de métodos autorizados. Deben ser envasados al vacío o con gas inerte.

16.5.10. Embutidos de productos de la pesca

Este embutido se elabora a partir del pescado sin piel, conservando su estructura tisular.

16.5.11. Bloque prensado de productos de la pesca

Se elabora a partir de filetes o de migas de pescado sin piel, prensado de tal manera que carezca de grietas y de huecos intersticiales. Las superficies serán homogéneas y lisas, y las aristas estarán bien marcadas. La invención y comercialización de las barritas de pescado o *surimi* ha abierto nuevas perspectivas para el consumo de especies de pescado de escasa aceptación, lo que permite dirigir las capturas pesqueras en direcciones distintas a las tradicionales.

16.6. Determinaciones analíticas de control en pescados y derivados

Las determinaciones habituales que se han de hacer sobre muestras de pescado incluyen las técnicas de análisis ya indicadas para otros grupos de alimentos, de humedad, cenizas, pH, nitrógeno, grasas, ácidos grasos libres, índice de acidez, índice de peróxidos, índice de saponificación y proteínas. Son técnicas específicas las que siguen.

16.6.1. Enranciamiento

A 1 g de muestra y una cantidad similar de ácido clorhídrico se añade 1 ml de una solución etérea de fluoroglucinol al 1%. La aparición lenta de color rojo indicará que posiblemente la muestra esté rancia.

16.6.2. Mercurio

La muestra se oxida con ácido nítrico y sulfúrico, reduciendo el volumen mediante destilación. Se van añadiendo y retirando volúmenes de cloroformo, hasta que desaparece el color anaranjado-verdoso en el disolvente orgánico de una solución de ditizona en cloroformo. El cloroformo retirado se recoge en ácido acético 4M y se completa el volumen con cloroformo hasta conseguir el mismo que se ha utilizado en las curvas patrón. Después se lee la densidad óptica en espectrofotómetro a 485 nm y se calcula la cantidad de mercurio a partir de la curva de calibración elaborada con soluciones patrón.

16.6.3. Otras determinaciones

Puede ser necesario proceder a otras determinaciones que nos informen sobre el grado de frescura:

- **Inspección bajo luz ultravioleta.** El pescado fresco, ante la luz ultravioleta, da una fluorescencia de color oscuro que se va aclarando a medida que está alterado.
- **Determinación de dimetilamina.** El pescado fresco, exento de contaminantes, no debe contener dimetilamina y, en consecuencia, no se debe detectar.
- **Determinación de trimetilamina.** La trimetilamina aparece en los pescados contaminados en valores directamente proporcionales al número de gérmenes contaminantes.
- **Determinación de gas sulfhídrico.** Este gas es propio de la putrefacción y queda de manifiesto usando acetato de plomo como reactivo.

16.7. Alteraciones por manipulación, almacenamiento y tratamiento culinario

16.7.1. Alteraciones anteriores a la captura del pescado

Estas alteraciones tienen su origen en diversos procesos que hacen enfermar a los peces en su hábitat natural, o que les hacen portadores de bacterias, virus o parásitos que pueden afectar al ser humano. En consecuencia, la responsabilidad de los pescadores se limita a reconocer aquellos pescados que dan muestras externas de contaminación y a eliminarlos. No obstante, algunos procesos sólo se manifiestan internamente y los pescadores no los pueden reconocer con facilidad. Entre los principales procesos que alteran el pescado antes de la captura, tenemos los que explicamos a continuación.

☐ Enfermedades producidas por bacterias

Suelen afectar a los peces confiriéndoles un aspecto que permite su rechazo inmediato. Algunos ejemplos significativos son éstos:

- Enfermedad producida por *Mycobacterium piscium*. Se manifiesta por abultamientos que asemejan a tubérculos, los cuales aparecen en el bazo, los riñones, el hígado y el esqueleto de algunos peces.
- Enfermedad causada por *Bacillus collogenes*, que produce exoftalmia hemorrágica, bien visible en ciertos peces.

☐ Enfermedades debidas a virus

Algunas de estas enfermedades causan lesiones externas fácilmente detectables, mientras que otras sólo inducen transformaciones internas. Son ejemplos las siguientes:

- Enfermedad linfoquística. En ella aparecen nódulos repartidos por todo el cuerpo que son rápidamente identificados. Afecta a un gran número de especies, tanto marinas como de agua dulce.
- Nefritis infecciosa de la trucha, que se manifiesta por anemia y degeneraciones renales y hepáticas.

☐ Enfermedades producidas por protozoos

Destacan éstas:

- Enfermedades debidas a *Trypanosomas*, que suelen afectar a las anguilas y a las rayas.

- Enfermedades producidas por *Emirias*, frecuentes en la sardina y la caballa.
- Enfermedades ocasionadas por *Amebas*, que se presentan en salmónidos.

❑ Enfermedades causadas por metazoos

Son enfermedades verdaderamente importantes y se deben vigilar en la inspección del pescado, ya que algunas son verdaderas zoonosis capaces de provocar importantes enfermedades en el hombre. Las más usuales son:

- Opisthocercosis; se forman quistes dorsales en los peces y puede causar enfermedad en el ser humano.
- Tenias. El *Diphyllobotrium latum* que a veces está en el pescado, puede causar una grave teniasis en el hombre.
- Larvas de *Anisakis*, de reciente interés en España. Son frecuentes en las vísceras de algunos pescados, en los cuales no causa ninguna enfermedad. Sin embargo, determinadas personas tienen alergia a estas larvas.

❑ Enfermedades producidas por hongos

Las contaminaciones por hongos se dan con mayor frecuencia en peces de aguas continentales. Son ejemplos típicos los siguientes:

- Contaminación con *Ichthyosporidium hoferi*, que aparece en la piel de caballas y arenques, y acaba invadiendo todo el pez, el cual deja de ser apto para el consumo.
- Contaminación con *Saprolegia*, que afecta a la piel, las branquias y los ojos de la carpa.

16.7.2. Alteraciones posteriores a la captura del pescado

Las primeras modificaciones surgen casi en el mismo momento en que el animal es pescado y comprenden cambios a dos niveles: bioquímico y organoléptico.

❑ Cambios bioquímicos

Los cambios bioquímicos son responsables de la aparición del *rigor mortis* y de la parcial desintegración de la micromorfología muscular.

A consecuencia de la lucha del pez para escapar de sus captores, sobreviene la inevitable fatiga, determinada por el agotamiento del ATP, del creatín-fosforo y el glucógeno. El ATP se transforma en primer lugar en AMP y, posteriormente, en IMP (inosina monofosfato). El glucógeno pasa a ácido láctico, que hace descender el pH.

Lógicamente, cuanto menor sea el sufrimiento del animal durante su captura, mayor será la cantidad de glucógeno que tenga, y más azucarado y sabroso será su gusto si se consume muy fresco. El descenso inicial del pH con posterioridad se ve parcialmente compensado por la descomposición de compuestos nitrogenados.

Más tarde, en función de diversas circunstancias, como la temperatura ambiental, comienza el *rigor mortis*, con lo que la carne se torna rígida e inextensible, y el pez adopta una posición arqueada. Si el animal entra en rigidez cadavérica a altas temperaturas, en el momento de ser descongelado pierde mucha agua, quedando duro, seco y fibroso. Siempre que el pescado se halle en la fase previa a la rigidez, su frescura está asegurada. Después del *rigor mortis* la carne se ablanda y flexibiliza, aunque la extensión de su musculatura es ya irreversible.

Con posterioridad, comienzan las alteraciones de los compuestos nitrogenados, que conducirán a la putrefacción del producto. En los primeros días, la actuación de diversos enzimas endógenos sobre algunos compuestos genera la autólisis, que es responsable de que aparezcan coloraciones desagradables y propiedades reológicas indeseables. La degradación bacteriana y enzimática del óxido de trimetilamina a dimetilamina y formaldehído, que ocurre en condiciones anaerobias en el pescado congelado, da lugar a la aparición de bases volátiles que, junto con restos de amoníaco y de la degradación de aminoácidos libres, originan diferentes olores. A partir de algunos aminoácidos se generan los característicos aromas pútridos y ciertas sustancias tóxicas.

- **Modificaciones en las proteínas.** La actuación de las proteínas tisulares y microbianas sobre el contenido proteico muscular ocasiona una desintegración de la microestructura normal a nivel de la línea Z, con pérdida de unión y fragmentación de miofibrillas. Además de los enzimas endógenos, también participan en esta actividad catalítica las catepsinas renal y hepáticas, así como enzimas procedentes del tubo digestivo.

- **Modificaciones en los lípidos.** La lipólisis enzimática se reduce cuando el pescado es refrigerado. Esta hidrólisis afecta a todos los tipos de grasas siendo los más degradados por orden de importancia, los fosfolípidos, los triglicéridos, los ésteres de colesterol y las ceras. Por ello, aumenta sensiblemente la proporción de ácidos libres y se pierde alrededor de un 10% de los ácidos poliinsaturados. Cuando el pescado lleva bastante tiempo almacenado, además de las lipasas endógenas, pueden actuar otras enzimas bacterianas.

La oxidación de los lípidos es especialmente relevante en los pescados más grasos y perjudica, sobre

todo, a los lípidos situados bajo la piel. De todas formas, esto no es muy grave, ya que la posible contaminación bacteriana hace que el enranciamiento sea casi imperceptible frente a la descomposición.

❑ Cambios organolépticos

Las transformaciones en el color se relacionan con oxidaciones enzimáticas y no enzimáticas. La oxidación de los carotenoides de la piel produce tonalidades amarillentas, rojizas, anaranjadas o decoloraciones. Los colores pardos oscuros y negros derivan de las melaninas. La oxidación de las cromoproteínas musculares da

lugar a matices grisáceos y castaños. La mucosidad clara y acuosa de la superficie se torna turbia y grumosa por el crecimiento bacteriano.

La modificación de la textura provoca reblandecimiento y pérdida de elasticidad; su origen está en la actividad de las proteínas endógenas y bacterianas.

La aparición de olores extraños obedece a la presencia de sustancias volátiles como la trimetilamina, el amoniaco, SH₂, el sulfuro de dimetilo, los mercaptanos, los aldehídos, los ácidos grasos, etc. Los aromas generados son de tipo mohoso, lácteo, agrio, afrutado, fuerte de pescado y, por último, a podrido.

Cuadro 16.4. Alteración de las especies de pescado más frecuentes comercializadas en España. (Adaptado de Martín Martínez-Conde: *Guía del inspector veterinario titular*. Editorial AEDOS.)

Especie	Signos de alteración
Aguja	Pérdida de transparencia de los ojos, secreción de la piel viscosa, olor desagradable.
Anguila	Carne flácida, ano violáceo, secreción viscosa y abundante de la piel que mancha las manos.
Arenque	Opérculo grisáceo. Al comprimir ambos lados de la cabeza destila un líquido marrón sucio y maloliente.
Atún	La carne, en sus límites musculares, cambia de color rosa a un tono más azulado. Olor fétido amoniacal en los cortes de la carne, especialmente en las zonas próximas al raquis.
Bacalao	Carne flácida, maloliente y amarillenta. Ojo opaco.
Besugo	Pérdida de brillo en la piel, ojos hundidos y opacos, prolapso del ano, carne blanda y de olor desagradable.
Breca	Carne blanda y de mal olor. Aparece una línea azul verdosa en la zona ventral.
Caballa	Branquias de color vinoso y olor acre. Cabeza y ojo con manchas rojo-grisáceas y olor amoniacal.
Congrio	Mucosidad cutánea viscosa y de mal olor. Prolapso anal. Ojo blanquecino.
Cazón	Piel untuosa al tacto, con carne blanda de olor amoniacal.
Dorada	Presencia de línea verdosa-azulada en la región ventral. Escamas que se ahuecan solas y desprenden mal olor.
Dentón	Pérdida de brillo. Ojos hundidos y opacos. Carne blanda de mal olor.
Lenguados, rodaballos, etc.	Coloración amarillenta en la cara inferior. Branquias decoloradas. Piel que se desprende con facilidad. Olor desagradable.
Merluza y pescadilla	Piel con mucosidad viscosa y amarillenta, especialmente en cabeza y vientre. Mal olor. Cambio de color de la espina dorsal.
Mero	Ojos opacos y carne blanda, de color amarillento y que desprende mal olor.
Múgil	Carne blanda y de mal olor. Debe tenerse en cuenta que este tipo de pescado siempre presenta los ojos turbios, aun estando fresco.
Palometa	Mucosidad oscura en la superficie de la piel. Ojos turbios. Carne amarillenta que desprende mal olor.
Rape	Carne amarillenta, reblandecida y con mal olor.
Raya	Coloración verde-azulada alrededor de las aletas. Carne reblandecida con intenso olor amoniacal en los cortes. Recuérdese que en este pescado es normal un ligero olor amoniacal.
Rubio	Piel decolorada. Carne reblandecida. Ojos turbios y hundidos.
Sardinas	Cuerpo muy reblandecido, con trasudación de líquido negruzco y de olor repugnante. Ojos hundidos y opacos. Mancha negruzca en la región abdominal.
Salmón	Ojos hundidos, carne oscura y de olor desagradable. Piel deslucida.
Salmonete	Carne reblandecida y decolorada, con mal olor.
Pescados de agua dulce	Estos pescados se descomponen antes que los de agua salada, presentando fuerte exudación, manchas verdosas en opérculos y cabeza. Línea ventral manchada con tonalidades verdosas.

16.7.3. Cambios en el procesado tecnológico, el transporte, la distribución y el almacenamiento

Una vez que el pescado llega a bordo, es fundamental realizar con rapidez todas las operaciones encaminadas a prolongar el buen estado y la calidad de la pesca. Así, tras el correspondiente clasificado, descabezado, eviscerado, desangrado y lavado, se somete a las capturas a la acción de las bajas temperaturas para evitar o retrasar posibles alteraciones. Esta refrigeración inicial se consigue con diferentes modalidades de hielo, que deben cubrir por completo cada pieza. Con este sistema se mantienen unas condiciones aceptables a lo largo de cinco a ocho días en el caso de las especies grasas pequeñas, y para quince a dieciocho días en el de las especies magras. Estos plazos se prolongan cuando la temperatura se reduce hasta -1°C o 0°C ; se llega hasta cuatro o cinco semanas cuando se alcanzan entre -3°C y -5°C .

Cuando el pescado llega a puerto, se prepara para el transporte o para la venta directa mediante subasta en las lonjas. En estos momentos se pueden perder las bajas temperaturas y comenzar un deterioro progresivo. Para evitar esto se emplean distintos sistemas, como el uso de sustancias conservantes, la protección de los envases o la aplicación de radiaciones ionizantes. Por ello, algunos compuestos, como el EDTA (ácido etilendiaminotetracético), las atmósferas enriquecidas con CO_2 y las radiaciones ionizantes, intervienen en la destrucción de los microorganismos responsables de los cambios indeseables en el pescado.

Hasta hace poco tiempo, sólo se consumía pescado fresco en las poblaciones pesqueras ya que su rápida alteración originaba problemas de transporte ineludibles. Por fortuna, los medios de transporte refrigerado y el gran desarrollo tecnológico permiten conservar el buen estado de la pesca durante bastante tiempo, pues el proceso se inicia en los propios barcos.

A continuación nos ocuparemos de los principales métodos de conservación de los productos del mar durante largo tiempo.

❑ Congelación

Con la congelación se pretende que la mayor parte del agua de un alimento se transforme en hielo. Para conseguirlo, es necesario que la temperatura descienda por debajo de los 0°C , iniciándose un frente de hielo en el pez, que avanza hacia el interior a través de los tejidos. Los cristales helados pueden tener diferentes tamaños, en función de la velocidad de congelación. Los cristales grandes se corresponden con velocidades lentas y generan mayor daño en la morfología histológica del aparato muscular que los cristales pequeños.

En el pescado congelado, la actividad del agua y la temperatura de almacenamiento son bajas, y este hecho hace que se destruyan bastantes microorganismos y que se paralice casi por completo el crecimiento y la actividad de las bacterias psicrotrofas. A temperaturas comprendidas entre -4°C y -10°C , los efectos letales son superiores que a temperaturas más bajas y afectan, en especial, a las bacterias gramnegativas (G-) y a las formas vegetativas de mohos y de levaduras, mientras que las esporas y las bacterias grampositivas (G+) son más resistentes. Asimismo, la congelación también frena o inhibe otros procesos químicos y bioquímicos implicados en la progresiva descomposición del alimento.

El almacenamiento del pescado congelado desencadena la modificación ostensible de la estructura proteica y lipídica. Las proteínas padecen la llamada desnaturalización por congelación, que consiste en la pérdida de las estructuras terciarias y cuaternarias proteicas y en el establecimiento de nuevas uniones entre los grupos funcionalmente activos, que inducen la formación de agregados extraños. El desenlace es una intensa desestructuración funcional que se refleja, en particular, en un endurecimiento y desecamiento de la musculatura, de modo que la carne del pescado se torna correosa y dura.

Las transformaciones lipídicas se deben a lipólisis, oxidación e interacción de compuestos lipídicos con otros de diferente naturaleza. La lipólisis se produce por la actuación de las lipasas endógenas que, a bajas temperaturas, mantienen su actividad. La ruptura de los fosfolípidos y, en menor medida, de los triglicéridos, se traduce en un aumento de las cifras de ácidos grasos libres que, aunque no alteran los caracteres organolépticos normales, pueden afectar a la textura, al reaccionar con compuestos proteicos. La oxidación lipídica provoca enranciamiento, el cual merma severamente el aroma del producto. Las interacciones entre compuestos lipídicos y sus productos de oxidación con las proteínas dan lugar a la génesis de complejos que actúan como pigmentos y permutan la coloración hacia tonalidades castaño-rojizas.

Otro de los problemas es la deshidratación del producto congelado, conocida como quemadura por congelación, la cual proporciona a éste un aspecto reseco, arrugado y bastante duro. La incidencia de estas alteraciones, y de las alteraciones anteriores puede reducirse significativamente con estabilizadores, el glaseado, los revestimientos protectores, un envasado apropiado y un buen control de la temperatura de depósito.

❑ Desecación

Desecar consiste en eliminar, mediante evaporación, el agua que se difunde desde los músculos internos del pescado hasta su superficie. Al principio, la velocidad

Cuadro 16.5. Estimación subjetiva de la calidad del pescado congelado, según diversos períodos de almacenamiento a diferente temperatura.

	-9°C		-21°C		-29°C	
	B	NC	B	NC	B	NC
Pescado magro (eviscerado)	1 mes	4 meses	4 meses	15 meses	8 meses	>4 años
Arenque (eviscerado)	1 mes	3 meses	3 meses	6 meses	6 meses	> 1,5 años
	B = bueno			NC = no consumible		

de desecación es alta pero, posteriormente, desciende, al retrasarse la difusión del agua. En este proceso intervienen diversos factores, como la temperatura, la humedad, la velocidad de la corriente de aire y la madera con que se realiza el ahumado. La pérdida de agua del pescado grasoso es más lenta que la del magro, al dificultarse su difusibilidad.

La desecación es uno de los procedimientos más antiguos para conservar los alimentos y los métodos van desde la simple exposición al sol a complicados procesos tecnológicos. Para la exposición al sol, la pieza puede trocearse, si su tamaño es grande, salazonarse o introducirse en salmuera previamente. El interés de la desecación es enorme en países tropicales, pues en ellos los pescados no se pueden consumir frescos o sin ningún tipo de tratamiento. El peligro estriba en la posible infestación por larvas de moscas o en el ataque de pájaros o de otros animales. Si la humedad no es todo lo baja que sería deseable, se posibilita el crecimiento de bacterias y de mohos. El enranciamiento de estos productos es bastante habitual.

Con la tasa de humedad se hace referencia a la masa de agua contenida en una unidad de masa de pescado. Su cálculo se lleva a cabo midiendo la pérdida de peso que sufre la pieza después de someterla a 100°C o 102°C durante dieciséis o dieciocho horas. La actividad del agua expresa la disponibilidad de agua en el interior de un alimento para el crecimiento bacteriano; en el pescado fresco, su valor es próximo a la unidad. Con el desecado se reduce la tasa de humedad y, consecuentemente, la actividad de agua, lo que se traduce en una baja alterabilidad físico-química y microbiológica del producto. Con actividades de agua inferiores a 0,62 se impide el crecimiento de cualquier bacteria o moho. La adición de sal contribuye al descenso de la actividad del agua.

El pescado desecado es frágil a la manipulación y se puede contaminar por suciedad, polvo, insecticidas, etcétera. Por otro lado, la baja actividad del agua y la exposición al sol favorece la oxidación lipídica, aunque este efecto se contrarresta mediante la acción antioxidante de algunos componentes del humo. También se

pueden encontrar en él histaminas y otras aminas biógenas (cadaverina o putrescina) que resultan tóxicas. La contaminación microbiológica es posible siempre que la actividad del agua sea siempre superior a 0,62. Los huevos de insectos depositados en el pescado desecado originan más pérdidas que las bacterias, los mohos y los ácaros juntos.

Nutricionalmente, la calidad del pescado desecado es similar a la del fresco, siempre que se observen las adecuadas condiciones de temperatura y se sigan las medidas antioxidantes durante la desecación. El hervido precedente a la desecación hace que se pierdan aminoácidos y vitaminas que quedan en el líquido de cocción. El humo tiene un beneficioso efecto antioxidante que protege a los ácidos grasos poliinsaturados y a las vitaminas liposolubles.

□ Salazón y escabechado

La salazón del pescado tiene unos orígenes remotos, situándose entre los años 3500 a 4000 a.C. Aunque su empleo se fue incrementando hasta los siglos XVIII y XIX, en la actualidad está siendo sustituido por otros métodos de conservación; no obstante, alrededor de un 15% de las capturas se destina a la salazón. Su interés sigue siendo alto en aquellas especies en las que la salazón procura un sabor y un aroma peculiares, a madurado, como *Clupeidae* y *Salmonidae*. La asociación con otros procesos, como el ahumado o el relleno en aceite, y el empleo de nuevos envases aumentan sensiblemente la calidad organoléptica de estos alimentos. El cloruro sódico es responsable del sabor tradicional y permite una alta estabilidad durante el almacenamiento. La aplicación de la congelación a este tipo de alimentos facilita que se reduzca la tasa de sal.

La producción del pescado en salazón sigue tres etapas. En la primera se procede al **salado**, con lo que se pone al alimento en contacto con la sal o con una solución salina. En la segunda se hace el **salazonado** propiamente dicho, al introducirse sal y agua en el sistema salmuera-sal-pescado. En la tercera tiene lugar la **maduración**, que proporciona al producto su aroma, sabor y consistencia final. A lo largo de este proceso, el

sodio y el cloro van penetrando en la pieza, mientras que el agua difunde desde ésta hasta la salmuera. La intensidad del intercambio depende, fundamentalmente, de la concentración de cloruro sódico que haya en la carne de pescado y en la salmuera. Otro factor favorecedor es el descabezado y eviscerado previo, pues la superficie de contacto se incrementa con la solución. Entre los factores que dificultan este intercambio encontramos la presencia de piel y escamas, la abundancia en grasa subcutánea y el estado de *rigor mortis*.

Durante la maduración suceden los cambios físico-químicos más importantes que conferirán al pescado sus caracteres finales. En las proteínas se produce una hidrólisis catalizada por hidrolasas peptídicas tisulares activadas. Los compuestos liberados interaccionan con otros de origen lipídico y glucídico. Las grasas también sufren hidrólisis, que genera el acumulo de ácidos grasos libres y da a ese tipo de pescado el aspecto de estar bañado en aceite. Al exponerlo a la acción del aire, parte de las grasas se oxidan, liberándose ácidos grasos volátiles. El resultado final favorece las características de algunas especies, pero perjudica a las de otras, en función de la composición particular de hidrolasas pépticas y de la estructura proteica.

El envasado del pescado salazonado y escabechado en forma de filetes, lonchas o rollos, en latas pequeñas, constituye uno de los medios mejor aceptados de consumo de estos productos. En muchas ocasiones, se emplean piezas salazonadas o especiadas que no han madurado completamente, finalizando ésta en el interior del recipiente, al que añaden líquidos aromatizados. El líquido suele ser aceite vegetal, y a éste se añaden aditivos o extractos de especias naturales que le confieren diferentes aromas. El pescado salazonado y adobado se almacena a diversa temperatura, según el período de tiempo. Si éste es poco, la temperatura será de 5°C a 6°C, mientras que si sobrepasan los quince días, se colocará en cámaras a una temperatura de -6°C a -10°C.

En el caso de las anchoas, aunque la sal inhibe la actividad bacteriana, la actividad enzimática proteolítica se mantiene durante la maduración, que se prolonga de seis a ocho meses a temperaturas de 10°C a 15°C. Después se desalan para consumirse directamente o se filetean y envasan con aceite. Al no estar sometidas a tratamientos térmicos, una vez desaladas constituye un grupo de alimentos percederos (semiconservas).

Otro producto sometido a la salazón es el caviar, configurado por los huevos extraídos al esturión y otros representantes de la familia *Salmonidae*. Los huevos de esturión se obtienen del animal vivo y, tras eliminar el tejido conjuntivo al atravesar una malla especial, se someten a salazón y pasteurización, con lo que se asegura su conservación. Así resulta un alimento selecto cuyo consumo no está al alcance de todos los bolsillos.

El escabechado hace posible conservar el pescado por la acción del cloruro sódico y del ácido acético. El tejido muscular se torna más blando y oscuro, permitiendo una sencilla separación de las espinas y la piel. El ácido acético altera el tejido conjuntivo y desnaturaliza las proteínas musculares. La activación en medio ácido de las catepsinas tisulares confiere al alimento la textura y el aroma característicos. Durante el almacenamiento, las catepsinas pueden causar cambios indeseables que afectan a la consistencia y a la textura de la carne del pescado. Por otro lado, puede existir contaminación por bacterias ácido-lácticas, proteolíticas, mohos y levaduras. En este grupo están también los escabeches cocidos y fritos, en los que la acción del agua o del aceite posibilita su consumo inmediato.

□ Ahumado

El humo actúa en el pescado presalado dotándole de unos caracteres organolépticos peculiares. Para ello, el pescado se cuelga y somete a la acción de una corriente de humo que se genera quemando sin llama serrín o virutas de madera no resinosas. La madera está integrada por celulosa (45%), lignina (20-30%) y hemicelulosa, y su combustión provoca la liberación de una gran cantidad de compuestos orgánicos (formol, ácido acético, acetaldehído, acetona, fenol, polifenoles...) que pasan al pescado mediante difusión.

El color final del pescado ahumado depende del grado de humedad de su superficie. Su brillo tan atractivo es consecuencia de una fina capa oleosa que hay en la superficie del pescado graso. El sabor y aroma característicos dependen de la acción conjunta del humo, el calor y la sal con que se tratan estos artículos. El tradicional aroma a humo tiene relación con la actividad de los compuestos fenólicos dispersos en el humo.

La conservación de alimentos mediante humo está relacionada con las propiedades antioxidantes de los compuestos fenólicos liberados y con el potente efecto antimicrobiano de los ácidos carboxílicos y los fenoles. La propia acción del calor, en el ahumado caliente, y la reducción de la actividad del agua, en el ahumado frío, complementan esta faceta antimicrobiana. No obstante, el ahumado por sí solo carece de efecto conservador, salvo que se asocie con la salazón y el secado.

Nutricionalmente, el porcentaje de proteínas y de grasas en el pescado ahumado es superior al del fresco, por haberse reducido la cantidad de agua. Las propiedades de estos nutrientes apenas se modifican por efecto del humo, aunque sí se detectan pérdidas vitamínicas por el goteo que tiene lugar. Por término medio, aparecen 0,5 g de componentes del humo por cada 100 de sustancia. Para valorar la calidad se ha propuesto utilizar el contenido total de fenoles, que oscila entre 5 y 60 mg/100 g de tejido.

El pescado ahumado es un alimento perecedero que debe conservarse refrigerado. Su vida comercial depende de la especie y de la calidad de la materia prima, de la concentración salina, de la actividad del agua, de las temperaturas y componentes del ahumado, del envasado, de la temperatura de almacenamiento, etcétera. En función de estas circunstancias, el tiempo de conservación puede oscilar entre dos semanas y dos meses.

Además de los componentes del humo que se han citado, también encontramos hidrocarburos aromáticos policíclicos que pueden comportarse como inductores de neoplasias. Para reducir su nivel conviene evitar temperaturas demasiado elevadas y algunas maderas, como las recuperadas de navíos o de vías férreas, que suelen estar alquitranadas.

□ Enlatado

El enlatado es el proceso que pretende conservar los alimentos derivados del pescado tras ser envasados en recipientes herméticamente cerrados y quedar sometidos a la acción del calor. El efecto que se consigue es esterilizar el producto por destrucción de los microorganismos. En el caso del pescado, los gérmenes más nocivos son esporulados y pertenecen a los géneros *Bacillus*, *Desulfotomaculum* y *Clostridium*, siendo el principal representante *Clostridium botulinum*.

Las variedades del pescado en que más asiduamente se emplea este método de conservación son la caballa, el salmón y el atún. Las altas temperaturas, además de erradicar los microorganismos, afectan a las características organolépticas y bromatológicas del producto. Parte de las proteínas son desnaturalizadas e hidrolizadas y se incrementa su capacidad para fijar iones calcio, magnesio y fósforo. Los lípidos sufren alteraciones a consecuencia de la hidrólisis, oxidación y polimerización, pudiendo aparecer compuestos que reaccionan con sustancias nitrogenadas y originan reacciones de tipo Maillard y otras. También se degradan los glúcidos y algunas vitaminas. Por efecto del calor, la carne roja adquiere una tonalidad castaña, mientras que la blanca incrementa su blancura. La formación de sulfuro de hierro crea marcas negras en la carne del pescado.

16.7.4. Modificaciones durante el cocinado

Antes de comenzar a cocinar el pescado hay que tener en cuenta diversas consideraciones. Si la piel es blanda y carece de escamas, se puede mantener, pero si es rugosa o está cubierta por escamas, conviene eliminarla. Las aletas también se separarán, pero la cola se conserva —en diversas especies su textura es crujiente y su sabor, agradable—. La cabeza y las agallas se suelen eliminar, aunque se pueden aprovechar para dar sabor a

las sopas. El mantenimiento de la cabeza mejora notablemente la presentación del plato e, incluso, en algunas especies, como los esturiones grandes, es una de las partes más exquisitas. El esqueleto está formado por una columna ósea dorsal a la que se adhieren varias costillas que, por lo general, se separan con facilidad. Hay peces que tienen una segunda capa de espinas intercaladas en el sistema muscular, las cuales ocasionan molestias y peligros para su degustación.

En el pescado sin eviscerar hay que proceder al destripado introduciendo unas tijeras especiales en el ano y cortando hasta llegar a las agallas. Después, se corta la espina dorsal por detrás de la cabeza y se tira consiguiendo, así, extraer las vísceras, entre las que se reconocerá el hígado. Luego, se aclara con abundante agua para eliminar los restos que hayan podido quedar y que puedan perjudicar al resultado final. El posterior fileteado dependerá de cada especie.

La especial estructura histológica de la musculatura del pescado convierte a éste en un alimento muy tierno y fácil de digerir, pero complicado de guisar. Por ello, es frecuente que para su cocción, el pescado fresco, se introduzca en agua, en un poco de vinagre o de limón —incluso, algunos cocineros recomiendan la cerveza o la leche—. El líquido se debe mantener por debajo de la temperatura de ebullición para evitar la formación de burbujas y turbulencias que dañen la pieza. La temperatura interna del pescado será de unos 60°C. Una vez cocinado, su aspecto es blanco lechoso y opaco, resultando ligeramente duro a la presión y desprendiendo un olor aromático. Si el pescado es grande, se introducirá inicialmente en el líquido frío procediendo a un paulatino calentamiento para que el cocinado sea regular.

La conveniencia de un líquido de cocción ácido se basa en la capacidad de fijar o coagular las proteínas y en la neutralización de olores desagradables sufridos por la liberación de compuestos azufrados y amoniacales.

La calidad de las proteínas del pescado es similar a la de las proteínas de la carne, y su valor biológico apenas se ve afectado por los habituales métodos de procesado, como la congelación y la desecación. Las proteínas musculares sufren pequeñas modificaciones con la acción que tienen una íntima relación con la temperatura. Las principales son éstas:

- A partir de 50°C se desnaturalizan las proteínas plasmáticas y sarcoplásmicas ligándose, en parte, entre ellas mediante enlaces de hidrógenos e iónicos. Por tanto, existe agregación y, en ocasiones, coagulación.
- Más allá de 63°C el colágeno se vuelve soluble al romperse los enlaces de hidrógeno que unen las cadenas proteicas.

- Con altas temperaturas, la elastina se hincha por acúmulo de agua aunque, dada la naturaleza de su configuración, se modifica escasamente.
- La actomiosina se insolubiliza de forma paulatina y se hace más firme, con lo que reduce su capacidad de retener agua. Este endurecimiento se relaciona con la formación de fuertes enlaces disulfuro entre las cadenas proteicas. El pH experimenta un ligero ascenso, alcanzando su valor definitivo en función del valor previo a la cocción.

Así, la textura final de la pieza dependerá de sus características histológicas y de la temperatura empleada. Si contiene abundante colágeno y elastina, se reblandecerá, y si es rica en actomiosina, se endurecerá. El aroma y sabor se benefician con la cocción, al liberarse compuestos como sulfuro de hidrógeno, sustancias azufradas volátiles, compuestos que resultan de reacciones entre grupos carbonilo y amino de las proteínas, etcétera, que actúan de forma favorable.

Otro compuesto que sufre la acción del calor es el óxido de trimetilamina que, con elevadas temperaturas, se transforma en dimetilamina y formaldehído. La detección de altas cantidades de este compuesto, el formaldehído, en preparados de pescado enlatados y esterilizados, puede causar problemas a las autoridades correspondientes, ya que se trata de una sustancia prohibida como conservante en muchos países.

Además de la cocción, otras formas habituales de preparar el pescado son al vapor, en papillotte, asado al horno o rebozado. En cuanto a la fritura, debe emplearse abundante aceite de buena calidad, calentado a unos 100°C. Se recomienda que la cantidad de aceite sea alrededor de diez veces mayor a la del pescado que se va a freír, con objeto de que, al echar la pieza en él, la temperatura del aceite no descienda demasiado y el rebozado se pueda transformar en una coraza que impida el paso del aceite hacia el interior del pescado. Si no se hace así, el rebozado se carga de agua y aceite, el pescado comienza a perder humedad y se adhiere al fondo de la sartén, sobrecalentándose y perdiendo parte de su aroma y sabor.

Un método muy recomendado consiste en ir incorporando al aceite caliente trozos de pescado de alrededor de 50 g. Cuando el primer trozo esté semihecho se ha de incorporar el segundo, cuando esté semihecho el segundo se saca el primero y se añade el tercero y, así, sucesivamente.

16.8. Caracteres microbiológicos del pescado

16.8.1. Flora habitual

En un pescado recién capturado en aguas limpias, la contaminación bacteriana es prácticamente inexistente.

La mayor parte de los gérmenes se incorporarán dependiendo de la contaminación y la temperatura ambientales, del método de captura y del procedimiento empleado en el manejo del pescado a bordo de los barcos. En los mejores casos, en la piel habrá menos de 10 gérmenes por cm²; en los peores, se puede llegar hasta 10.000 por cm². En las agallas y el intestino, la cantidad puede ser bastante superior; el tejido muscular es estéril.

Las especies bacterianas son similares a las encontradas en las aguas donde vive el animal. Las zonas costeras son las más contaminadas, dada su riqueza en desechos humanos y animales, y en sustancias procedentes de actividades industriales y agrícolas. La abundancia en residuo orgánico multiplica enormemente la presencia de microorganismos.

En aguas frías, los gérmenes más habituales de la piel son *Pseudomonas*, *Alteromonas*, *Psychrobacter*, *Acinetobacter*, *Escherichia*, *Proteus*, *Serratia*, *Moraxella*, *Flavobacterium* y *Vibrio*. En aguas cálidas abundan gérmenes grampositivos del tipo de micrococos, *Corinebacterium* y bacilos. Pueden existir, asimismo, algunas levaduras, como *Candida*, *Torulopsis* y *Rhodotorula*. En el tubo digestivo predominan los de tipo *Vibrio*, aunque también hay *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Clostridium* y otros esporulados.

La presencia de gérmenes patógenos es típica del pescado procedente de regiones litorales poco saneadas. Los más habituales son los *Vibrios*: *Parahaemolyticus*, *Cholerae 01*, *Cholerae no 01*, *Vulnificus* y *Mimicus*, *Aeromona hydrophila* y *Clostridium botulinum* tipo E. De igual modo, se detectan gérmenes del tipo *Salmonella* y *Shigella*, y virus y parásitos cuyo origen está en los residuos fecales.

16.8.2. Cambios microbiológicos

Las diferentes manipulaciones que tienen lugar a bordo de los barcos provocan cambios en la cantidad y en la variedad de los microorganismos. Las manos, botas y ropa del personal, las cajas y otros materiales sucios, un hielo de mala calidad, la cubierta del propio barco, etc., actúan como vehículos de transmisión. La condición del pescado de alimento altamente perecedero se debe a los procesos autolíticos de degradación rápida y al crecimiento microbiano. La flora localizada en la piel e intestinos se propaga a otros tejidos, donde encuentra las sustancias nutritivas adecuadas y un pH que permite su supervivencia y desarrollo.

Las modificaciones se retrasan con la refrigeración, pero no se evitan, ya que la flora es, predominantemente, psicrótrofa y puede mantener su desarrollo a temperaturas, incluso, inferiores a -5°C. Algunas lipasas liberadas siguen actuando tras la congelación. En los pescados planos, la flora superficial penetra hasta el músculo a través de las pequeñas grietas o heridas que

resultan del contacto con las artes de captura. En los pescados redondos, la procedencia microbiana es mayoritariamente intestinal.

Uno de los gérmenes de mayor trascendencia para la salud pública es el *Clostridium botulinum* tipo E, cuyas esporas, de origen terrestre, llegan al agua dulce o marina y, posteriormente, al intestino de los pescados capturados en el hemisferio norte, donde es totalmente inocuo. Las esporas se mantienen durante las manipulaciones y, cuando encuentran las condiciones adecuadas de nutrientes, pH y temperatura, germinan y producen una toxina que constituye el veneno biológico más potente que se conoce.

Afortunadamente, calentando el producto a 80°C durante veinte minutos se destruyen los esporos y, con un pH inferior a 5,3, se inhibe la multiplicación y la toxigenesis. Los brotes de botulismo se suelen relacionar con la ingesta de pescado crudo, ahumado, fermentado y en conserva. Sus síntomas son cefaleas, que se van complicando progresivamente con parálisis musculares, respiratorias y circulatorias que llevan a la muerte.

Por otro lado, el *Vibrio parahaemolyticus* se encuentra en los pescados y en los mariscos ingeridos crudos o poco hechos. El cuadro típico es el de una gastroenteritis, con abundante diarrea, dolor abdominal, náuseas y vómitos.

16.8.3. Protocolo de control microbiológico

En los pescados frescos no suelen ser necesarios los controles microbiológicos, debido a la rapidez con que se comercializan. En las restantes variedades y en sus derivados el protocolo de estudio microbiológico es el siguiente:

- Recuento de colonias psicrótrofas.
- Investigación y recuento de *Escherichia coli*.
- Investigación de *Salmonella* y *Shigella*.
- Investigación y recuento de *Clostridium perfringens*.
- Investigación y recuento de *Staphylococcus aureus* enterotoxigénico.
- Investigación de toxina botulínica.

Las muestras pueden proceder de la piel, la carne, las branquias, el intestino, el agua de mar donde se capturó o el hielo utilizado para su conservación.

16.9. Características de los mariscos

Los mariscos son animales invertebrados comestibles, marinos o continentales, frescos o conservados median-

te distintos procedimientos autorizados. Hay dos subgrupos de mariscos: los crustáceos y los moluscos. Son crustáceos los decápodos macruros, los decápodos braquiuros y los cirrípodos. Entre los moluscos se hallan los bivalvos, los univalvos y los cefalópodos.

Se obtienen a partir de bancos naturales, en mar abierta, o a través de cultivos artificiales, mediante la creación de parques y de viveros acuáticos. Debido a la alta posibilidad de contaminación de estos animales, sólo serán aptos para el consumo los que procedan de zonas costeras absolutamente salubres o de viveros autorizados. Si proceden de zonas peligrosas, se depurarán. Se han de capturar en las épocas en que esté permitido, respetando los períodos de veda y el tamaño mínimo de los ejemplares.

Hay más de 130.000 especies de moluscos y su pesca supone el 7% de las capturas mundiales totales. Entre los univalvos sobresalen las ostras, consideradas como manjar, de las que se consumen más de un millón de toneladas anualmente. El grupo más importante de bivalvos, en cuanto al consumo son las almejas y, entre los cefalópodos, los calamares. Los cefalópodos tienen una bolsa a modo de cabeza en la que se alojan todos los órganos, una boca en forma de pico, tentáculos con ventosas y una bolsa de tinta.

Los crustáceos son el grupo de animales marinos más valioso y suponen el 4% de las capturas mundiales. La variedad principal es la gamba, seguida por el cangrejo y la langosta. Los crustáceos carecen de esqueleto interno, pues tienen una fuerte coraza articulada que recubre todo su cuerpo y que se muda periódicamente.

16.9.1. Clasificación de los mariscos

En el Código Alimentario Español aparecen reflejados los grupos de mariscos que siguen a continuación:

☐ Mariscos frescos

Los mariscos frescos son aquellos moluscos y crustáceos que, reuniendo los caracteres organolépticos que garantizan su salubridad, no han sido sometidos a ninguna operación para conservarlos, excepto la refrigeración o la adición de hielo troceado, solo o mezclado con sal, desde el momento de su captura hasta el de su venta.

☐ Mariscos congelados

Los mariscos congelados son los crustáceos o moluscos, enteros o fraccionados, inalterados y frescos, que han sido sometidos a la acción del frío hasta lograr en su centro que la temperatura pase de 0°C a -5°C en un período de tiempo no superior a dos horas. Estos productos se han de mantener en el congelador a tempera-

turas de -23°C o inferiores, hasta su congelación completa. Durante el almacenamiento, la temperatura no será superior a -23°C .

❑ **Mariscos deshidratados o liofilizados**

Se trata de aquellos moluscos o crustáceos frescos, enteros o fraccionados, a los que se ha privado de su contenido en agua, hasta reducirla a un máximo de un 5%, a través de métodos autorizados, debiendo ser envasados al vacío o con gas inerte.

❑ **Mariscos cocidos**

Los mariscos cocidos son moluscos y crustáceos frescos sometidos a la acción del vapor de agua o del agua en ebullición, sola o con sal u otros condimentos, después de lo cual son enfriados.

16.9.2. Propiedades organolépticas de los mariscos

Las sustancias que intervienen en la configuración de las propiedades organolépticas de los mariscos son similares a las del pescado. Así, por ejemplo, el elevado contenido en glicocola de las quisquillas y de los cangrejos frescos determina su discreto sabor dulce. Una gran parte del nitrógeno que contienen estos mariscos tiene que ver con la abundancia en aminoácidos libres, los cuales, al parecer, están relacionados con el delicioso sabor de algunos de estos productos. Los cangrejos son ricos en carnosina y el óxido de trimetilamina está presente en la gran mayoría de especies. El aroma marino depende, fundamentalmente, de la presencia de compuestos sulfurados.

16.9.3. Características fisico-químicas y bromatológicas de los mariscos

A grandes rasgos, la composición de los mariscos difiere poco de la comentada para el pescado. Las principales diferencias hacen referencia a los aspectos que siguen.

❑ **Glúcidos**

La cantidad de hidratos de carbono de los mariscos es baja. En los crustáceos gira en torno al 0,5%, mientras que en los moluscos está entre el 3% y el 6%. La inmensa mayoría de los glúcidos corresponde al glucógeno y su escasez origina, al igual que en el pescado, un modesto descenso del pH que favorece la proliferación microbiana.

❑ **Lípidos**

El contenido graso de los mariscos oscila entre el 0,5% y el 5%. Predominan los ácidos grasos poliinsaturados,

aunque también se detectan pequeñas cantidades de monoinsaturados (oleico) y saturados (palmítico y esteárico). El contenido en colesterol es de dos a tres veces superior al de los peces. En los crustáceos abunda la esfingomielina.

❑ **Proteínas**

La proporción y características de las proteínas son similares a las señaladas para el pescado.

❑ **Vitaminas**

Entre las vitaminas liposolubles, las mejor representadas son la A y la E; en cuanto a las hidrosolubles, se detectan modestas cantidades de tiamina, riboflavina, ácido nicotínico, ácido fólico y cobalamina.

❑ **Minerales**

Destaca la presencia de calcio, fósforo y yodo; las cantidades de zinc y de hierro son mucho más modestas. Entre los electrolitos abundan el sodio y el potasio.

❑ **Agua**

El contenido en agua de los mariscos oscila entre el 75% y el 80%.

16.10. Características y producción de los moluscos

16.10.1. Propiedades y clasificación de los moluscos

Hay tres clases de moluscos: gasterópodos, lamelibranquios y cefalópodos, cada una con sus peculiaridades en cuanto a forma, tamaño y usos.

❑ **Gasterópodos**

Los gasterópodos son moluscos con un pie ventral que les sirve para desplazarse, una concha de una sola valva arrollada en espiral, con o sin opérculo, lengua que rae y cabeza con tentáculos sensoriales. Hay especies acuáticas, que respiran mediante branquias, como los prosobranquios, y especies terrestres, que respiran por pulmones, como los pulmonados. Son **prosobranquios** los bígamos, las cañadillas y los caracoles de mar. Los **pulmonados** son los diversos tipos de caracoles terrestres, como el de huerta, el de monte, el caracol moro y el caracol sapenco.

Los bígamos y caracoles se preparan previo cocimiento. Hay que tener en cuenta que son animales sucios, por lo que deben limpiarse perfectamente antes de su preparación, sobre todo, los caracoles de huerta.

❑ **Lamelibranquios**

Los lamelibranquios tienen branquias en forma de lámina y una concha con dos valvas que se articulan en una charnela. Son muy apreciados en la cocina, tanto como auxiliares de diversos platos, como para su consumo directo, incluso vivos (ostras y almejas). Entre los más comunes tenemos los que siguen:

- **Ostréidos.** Dentro de este grupo figuran las famosas ostras, de las cuales hay varios tipos: la ostra común, la más apreciada; el ostrón del Mediterráneo y la ostra perlera. La ostra común se consume viva y en fresco. Su calidad debe apreciarse en el momento de abrirlas, pues estarán limpias, brillantes y con olor a mar. Al echarles unas gotas de limón, apreciaremos los movimientos del animal.
- **Pectínidos.** Tienen unas valvas perfectamente regulares. La especie más conocida y llamativa es la viería o concha del peregrino. Las zamburiñas y las volandeiras también pertenecen a este grupo.
- **Mitílidos.** Quizá sean los de mayor consumo, pues en este grupo se encuentran el mejillón y el dátil de mar.
- **Cárdidos.** De tamaño más pequeño que los anteriores. A este grupo pertenece el berberecho.
- **Venéridos.** Aquí tenemos las almejas, con diversas clases en tamaño y calidad. La más importante es la almeja del Cantábrico, también llamada almeja fina. Son de menor calidad las almejas del Mediterráneo o chirlas, las almejas doradas y los almejones.
- **Donácidos.** Las navajas y las coquinas entran en ese grupo. Las navajas tienen una concha espectacular, alargada y que, efectivamente, recuerda a la forma de una navaja cerrada.

❑ **Cefalópodos**

Los cefalópodos poseen concha interna, los pies en la cabeza –de ahí su nombre–, están provistos de ventosas y de una bolsa de tinta que utilizan para defenderse. Los más conocidos son los octópodos y los decápodos. Los **octópodos**, por ejemplo, el pulpo, tienen ocho brazos. Los **decápodos** presentan ocho brazos y dos tentáculos. Son decápodos los calamares, las jibias y los chocos.

16.10.2. Obtención de moluscos

Los moluscos pueden proceder de criaderos naturales, en los que se favorecen las condiciones naturales del medio, acondicionando las zonas de desove y propagando las plantas acuáticas con las que se alimentan. También pueden proceder de explotaciones artificiales,

auténticas granjas en las que se regulan la fecundación y el desarrollo, se crea el clima apropiado y se controlan exhaustivamente las posibles enfermedades o contaminantes de los moluscos.

Las especiales condiciones de las costas españolas, en especial, las de Galicia y Asturias, han propiciado la aparición de industrias relacionadas con la cría de moluscos, sobre todo, de ostras, mejillones y almejas.

❑ **Criaderos de ostras**

Los criaderos de ostras suelen estar situados en las proximidades de las desembocaduras de los ríos, donde las aguas están agitadas y hay suficientes nutrientes a su disposición. Las ostras se reproducen entre los meses de junio y septiembre, y cada individuo pone unos dos millones de huevos al año. Las ostras son hermafroditas, aunque no se autofecundan. Hay que destacar los criaderos gallegos por las condiciones ideales de sus aguas: limpias y poco saladas.

❑ **Criaderos de mejillones**

El mejillón de Galicia, de excelente calidad, tiene fama no sólo en España, sino también en la Unión Europea. La Sociedad Mejillonera de Galicia (SOMEGA) introdujo de forma masiva el mejillón en la cocina española promoviéndolo a un precio asequible; así se acabó con la tradición del mejillón sucio y contaminado que existía en nuestro país.

El mejillón se fija espontáneamente en estacas verticales clavadas en los fondos marinos, donde crece hasta alcanzar, aproximadamente, un centímetro. En ese momento se recoge para su transporte a criaderos. También es corriente, sobre todo en la zona de Vigo, utilizar bateas flotantes para su cría.

El mejillón es un auténtico *barredor* que se puede alimentar perfectamente de las aguas fecales a la salida de las cloacas, por lo que hay que evitar recoger mejillones de esa zona, a pesar de que su tamaño y aspecto externo sean excelentes. Es, en consecuencia, uno de los moluscos más sucios y de los que más hay que cuidar en la depuración.

❑ **Criaderos de almejas**

Los criaderos de almejas son muy similares a los de las ostras. Se emplean bandejas de madera para su reproducción y, luego, se trasladan a los criaderos naturales para su crecimiento. El traslado no se hace hasta que la almeja no alcanza, aproximadamente, un centímetro de diámetro mayor.

16.10.3. Depuración de los moluscos

En el Código Alimentario Español (3.13.04) se define la estación depuradora como “[...] un establecimiento

dotado de las instalaciones necesarias para conseguir, de forma natural o artificial, la eliminación en los moluscos vivos de los gérmenes patógenos para el hombre, inmediatamente antes de su envasado o embalaje para su distribución posterior”.

Es innegable la función que los moluscos han tenido en la propagación de toxiinfecciones alimentarias. Cólera, colitis, tífus, intoxicación por mitilotoxina del mejillón e intoxicaciones por sesquióxidos de hierro y cobre han contribuido, durante años, a la mala fama de los moluscos. Hoy en día, gracias a la depuración, pueden garantizarse las condiciones higiénicas de estos productos y, consecuentemente, consumirse con entera libertad. Es conveniente repasar brevemente los principales sistemas que se emplean para depurar moluscos, en especial, en lo que respecta a los de mayor consumo, como ostras, almejas, mejillones y los diversos tipos de caracoles.

□ **Depuración de ostras y almejas**

Ostras y almejas tienen una enorme capacidad para hacer circular el agua en su interior. Según esto, se puede efectuar una depuración biológica situándolas durante varios días en estanques de agua limpia. Para ello, se usan estanques con irrigación continuada de agua de mar estéril, que se esteriliza con cloro u ozono. Para mayor seguridad se mantienen durante siete días en estos estanques, aunque serían suficientes cuatro o cinco días. Este método se conoce como sistema de Fabe-Domerge y Bodin.

□ **Depuración de mejillones**

Dadas las condiciones de vida de estos moluscos, que viven en aguas llenas de gérmenes, y teniendo en cuenta que, a veces, presentan una toxina termoestable, la metiletoxina, cuyo consumo produce procesos gastrointestinales de moderados a severos, hay que extremar las condiciones de depuración de los mejillones. Para ello existen varios métodos, de los cuales destacamos dos:

- **Método de Dogson**, consiste en introducir los mejillones en una disolución de agua con cal durante cinco minutos.
- **Método de Conway**, más complicado que el de Dogson, y para el que se precisan varios tanques, en los que se harán limpiezas sucesivas. El primer tanque sirve para realizar una limpieza mecánica de los mejillones, con especial atención a las valvas, que suelen estar bastante sucias y parasitadas. El segundo tanque, lleno de agua clorada al 3%, contendrá los moluscos entre diez y doce horas. El tercer tanque, con agua marina estéril, se usa para arrastrar los restos de agua clorada del segundo tanque.

□ **Depuración de caracoles y cañadillas**

Los caracoles tienen menor consumo en España que en otros países, y entrañan los mismos peligros que los mejillones. Para los caracoles marinos y las cañadillas se emplean los mismos métodos de depuración que para los mejillones. En cuanto a los caracoles terrestres, el peligro estriba en que estos animales comen plantas tóxicas, como la adelfa y la belladona. El método case-ro con el que se depuran consiste en dejarlos en un retel al aire durante ocho días como mínimo y, después, en someterlos a varios lavados de agua potable.

16.11. Características de los crustáceos

Los crustáceos son invertebrados artrópodos rodeados por un exoesqueleto quitinoso. Su caparazón tiene dos pigmentos superpuestos: el interior es de color rojo, mientras que el exterior es azulado y soluble en agua caliente. Por esta razón, al someterlos a cocimiento, se vuelven rojos.

Los crustáceos que más se consumen son de origen marino, aunque en España también se consumen bastantes cangrejos de río. En cualquier caso, el uso frecuente de crustáceos en preparaciones culinarias, como paellas o calderetas, así como su consumo directo, hace indispensable conocer las condiciones de conservación de estos productos que, cuando están alterados, pueden ser responsables de procesos toxiinfecciosos de importancia variable.

16.11.1. Principales especies de crustáceos

Las especies más importantes que se usan en la cocina española son los cirrópodos y los decápodos. Los primeros se crían pegados a las rocas de mar, en formaciones arracimadas. Entre ellos destaca el percebe. En cuanto a los decápodos, destacan la mayoría de los crustáceos: cangrejo de río, cigala, bogavante, langosta, gamba, langostino, cangrejo de mar, nécora o andarica y centollo.

16.11.2. Características a tener en cuenta en la adquisición de crustáceos

Los crustáceos se pueden vender vivos, en crudo o cocidos. En aquellos que se venden vivos, como cangrejos, langostas o nécoras, el movimiento característico es una garantía de su buen estado, de modo que las piezas que carezcan de él deben retirarse de la venta.

En cuanto a los crustáceos que se venden en crudo, como gambas, langostinos, gambones y quisquillas,

deben conservar su consistencia y la turgencia del cuerpo, el color transparente y blanquecino y los ojos vivos y sin turbidez. Una prueba sencilla para medir su buen estado consiste en tomar un puñado de ellos, que deberán resbalar de las manos. Al mover con la mano los crustáceos dentro de la caja en que se encuentren, deben permanecer sueltos, sin pegarse unos a otros y han de tener su olor característico del marisco fresco, de manera que sospecharemos si hay olor amoniacal, aunque sea ligero.

Los crustáceos que se presentan cocidos, deben haber sido sometidos a cocción. Es un fraude cocer mariscos que han iniciado procesos de alteración; por ello, es conveniente conocer algunas características del marisco cocido que nos permitan identificar el que se ha cocido de forma fraudulenta:

- No habrá agua en el interior de los caparazones.
- Las patas y la cola deben estar fuertemente adheridas, sin desprenderse con facilidad.
- En los mariscos de gran tamaño, como centollos y nécoras, al cogerlos, las patas no quedarán péndulas.

16.11.3. Alteraciones y adulteraciones en crustáceos

Distinguiremos aquí las alteraciones debidas a enfermedades de los crustáceos, previas a su captura, las características de putrefacción y, por último, las adulteraciones intencionadas que a veces se practican para darles un aspecto de frescura.

❑ Alteraciones por enfermedades

Aunque las enfermedades que sufren los crustáceos no suelen ser peligrosas para el ser humano, en cualquier caso, precipitan su putrefacción y, en ocasiones, pueden causar desagradables sorpresas. Las más fácilmente reconocibles son éstas:

- **Peste del cangrejo.** Producida por *Bacterium pesti astaci*, hace que el cangrejo, aun vivo, tenga un aspecto rojizo, movimientos torpes y, a veces, ataques convulsivos.
- **Micosis del cangrejo.** La ocasiona el hongo *Oidium astaci*. En ella, el animal presenta unas típicas manchas negras en su caparazón.
- **Distomatosis del cangrejo.** Debida a larvas de *Distomum isostomum*, que se pueden apreciar en el cangrejo.
- **Tumor blanco del cangrejo.** Son las llamadas "saculinas" visibles en la cola del animal y que forma el parásito *Sacculina carcini*.

❑ Putrefacción de los crustáceos

El hecho de que los crustáceos estén dotados de un caparazón quitinoso hace difícil descubrir los procesos de putrefacción a simple vista. El olfato será nuestra principal guía, de modo que, al separar las distintas partes del crustáceo (cefalotórax, abdomen y patas), aparecerá un olor desagradable, tanto más cuanto más avanzada sea la putrefacción. No obstante, la sequedad de los caparazones, la pérdida de brillo o el cambio de color de los ojos, y las patas péndulas o no adheridas, son indicativos externos de un mal estado de conservación.

❑ Adulteraciones de los crustáceos

Las prácticas en que se adulteran los crustáceos consisten en aplicar a los mariscos una serie de productos para que parezcan frescos cuando, en realidad, no lo están. Entre las formas más habituales tenemos las siguientes:

- Adición de colorantes y antioxidantes.
- Aplicación excesiva de hielo o lavados continuos para eliminar la baba que produce la putrefacción y para que estén más despegados.
- Recongelación de mariscos ya descongelados.
- Introducción en baños de aceite para que conserven su brillo.

Es realmente difícil descubrir estos fraudes, salvo que se recurra al laboratorio por lo que, si desconfiamos de una partida que se nos haya puesto a la venta, debemos tomar varios ejemplares y abrirlos para comprobar las características de olor mencionadas antes.

16.11.4. Inspección organoléptica de los crustáceos

❑ Gasterópodos terrestres (caracoles)

Los gasterópodos terrestres deberán estar siempre vivos, lo cual comprobaremos por la reacción que tienen a la punción de tejidos blandos. Observaremos también la limpieza y el estado general de presentación de la partida.

❑ Moluscos bivalvos

Los moluscos bivalvos suelen tener las valvas cerradas o ligeramente abiertas y, cuando los tocamos, se cierran rápidamente; si, al hacer esto, no se cierran, el molusco está muerto. Si las valvas se cierran pero luego se abren inmediatamente, se trata de animales viejos. En general, al cogerlos deben dar sensación de pesadez y frescura, lo que llamamos sensación de estar llenos. La percusión debe ser sorda, no deben sonar a hueco, y su olor ha de

ser el típico a mar. Debe hacerse un muestreo, abriendo unos cuantos y comprobando que el agua que contienen es clara, sin turbideces, y que el color de la carne es el propio de la especie de que se trate.

□ **Cefalópodos**

Si no están vivos, los cefalópodos deben conservar la piel fresca, suave y brillante. Tendrán olor a mar; la carne, turgente, y las ventosas han de quedar pegadas a los dedos si se presionan. Es importante observar la bolsa de la tinta, pues en ella es donde antes aparece un olor amoniacal cuando se inicia la alteración. La piel debe conservar el tono azul verdoso en su punteado, de modo que cuando este punteado se vuelve rojizo, es que hay poca frescura.

□ **Langosta, bogavante, centollo, cangrejo de mar y cangrejo de río**

Estos mariscos suelen venderse vivos, si bien en algunos casos se comercializan muertos o cocidos. En la langosta, que a veces aparece muerta, observaremos que su cuerpo se muestre húmedo y que las extremidades, al cogerla, no estén relajadas. Tampoco debe haber agua entre el caparazón y la carne, si la tienen popularmente se conoce como mariscos "aguarones".

No debemos comprar centollos, bogavantes ni cangrejos que no estén vivos, y seguiremos las mencionadas condiciones de olor, turbidez de ojos y, sobre todo, movimientos.

En los mariscos cocidos distintos de la langosta, hemos de buscar el color rojo brillante de sus caparazones, la integridad de sus extremidades, así como que no estén aguarones. Si hay olor al separar alguna de sus partes o los ojos están deslucidos, habrá alteración.

□ **Langostinos, cigalas, gambas y camarones**

Estos animales no se venden vivos, sino crudos, cocidos y frescos o congelados. En todos los casos, deben tener un aspecto brillante, con la cola bien recogida, la carne, firme y patente olor a mar. La pérdida de brillo, la cola y patas péndulas y el olor desagradable son signos de alteración. En ocasiones, cuando han aparecido los procesos fermentativos, se nota un cierto calor al introducir la mano en la caja que contiene el marisco.

□ **Percebes**

Los percebes normalmente están llenos de líquido y tienen un fuerte olor a mar, típico del percebe, por tratarse de un marisco de roca. La escasez de líquido (percebes secos) y la pérdida del olor característico nos deben llevar a pensar en procesos alterativos.

16.12. Alteraciones en la manipulación y almacenamiento de mariscos

16.12.1. Cambios bioquímicos

Las modificaciones sufridas por el marisco desde su captura hasta que llega al consumidor tienen aspectos similares a las del pescado, pero difieren notablemente en otras. El envejecimiento y el deterioro de los tejidos ocurre de modo parecido al del pescado, y se ve influido por idénticos factores. La escasa cantidad de glúcidos en los crustáceos y la riqueza en enzimas proteolíticas determinan una leve caída del pH y una rápida alterabilidad, con liberación de compuestos nitrogenados volátiles. Algunos enzimas oxidan pigmentos, que dan lugar a un ennegrecimiento de la cabeza conocido como melanosis. En los moluscos, la cifra superior de glúcidos permite un mantenimiento más prolongado de su buen estado.

16.12.2. Derivados de los mariscos

Los productos derivados de los mariscos que recoge el Código Alimentario Español son: semiconservas, conservas, sopas de mariscos y bullabesas y platos cocinados.

Tienen características parecidas a las de los derivados del pescado, pero, lógicamente, la base la constituyen los crustáceos y los moluscos.

- **Semiconservas.** Son productos a base de crustáceos y de moluscos sometidos a un tratamiento apropiado y mantenidos en recipientes impermeables al agua a presión normal. Las semiconservas deben almacenarse en frigorífico y su conservación es limitada en el tiempo. Pueden darse como mariscos enteros o troceados y suelen llevar un líquido de cobertura, que puede ser aceite vegetal, vinagre o la mezcla de ambos en diferentes proporciones y con distintos condimentos.
- **Conservas.** Son aquellos productos hechos con moluscos o crustáceos, con o sin adición de sustancias autorizadas, contenidos en envases herméticamente cerrados y tratados exclusivamente por el vapor, para asegurar su conservación.

16.12.3. Alteraciones en el almacenamiento

El marisco congelado almacenado sufre, al igual que el pescado, procesos que cambian su composición lipídica. Las grasas modificadas interaccionan con las proteínas, dando lugar a complejos lipoproteicos y a compuestos de molécula pequeña. Aparecen pigmentos cas-

taño-rojizos, equivalentes a la lipofucsina, que se utilizan para determinar la edad de los crustáceos marinos. La interacción lipídico-proteica retarda la oxidación de las grasas durante el almacenamiento.

En los mariscos enlatados y sometidos a la acción del calor se precisa realizar una serie de tareas. Las gambas y otros crustáceos, después de descongeladas, se lavan, separando los ejemplares rotos, decolorados o alterados y los residuos extraños. Más tarde, se les quita la cabeza y se pelan; posteriormente, se escaldan en salmuera hirviente. Estas gambas precocidas se lavan de nuevo, se revisan, se categorizan y se envasan a mano o a máquina. Por último, se añade salmuera, aceite o salsa y se cierran los envases.

En cuanto a las almejas y otros moluscos, en primer lugar se lavan para que desaparezca la arena y el barro; luego, se precuecen al vapor. Más tarde, se extraen de las conchas a mano o a máquina y se cortan por un lado para eliminar completamente la arena o el barro que pudiera quedar. Tras un nuevo lavado se estirpan el sifón, las paredes laterales del cuerpo y el estómago, procediendo, por último, al envasado y a la adición de agua, salmuera, aceite, jugo o salsa.

Como ocurre en el pescado, tras someter a gambas, langostas y cangrejos a la acción del calor, pueden aparecer manchas negras en la superficie por el depósito de sulfuro de hierro.

16.13. Microbiología de los mariscos

16.13.1. Características microbiológicas

La presencia de bacterias en la superficie de los crustáceos es similar a la del pescado. En el caso de los moluscos, la contaminación se reduce ostensiblemente cuando se someten a depuración en tanques con agua marina limpia circulante. La posible existencia de gérmenes patógenos se corresponde con el lugar donde viven y con la forma de alimentarse, caracterizada, en los moluscos bivalvos, por la filtración de muchos litros de agua cada día. Los microorganismos más ubicuos son *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio cholerae*, *Escherichia coli*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens* y virus.

16.13.2. Cambios microbiológicos

Las alteraciones microbiológicas que sufren los mariscos constituyen, en muchos casos, graves problemas de salud pública. Los crustáceos se suelen capturar en regiones alejadas de la costa, por lo que no suelen portar gérmenes patógenos. No obstante, se ha extendido su cultivo en viveros de regiones costeras, en las que el peligro de contaminación se multiplica; de hecho, se

han descrito importantes brotes de intoxicación por *Vibrio parahaemolyticus*, procedente de residuos terrestres, en mariscos cocidos y recontaminados con posterioridad.

En los moluscos con alteraciones se detecta un crecimiento de bacterias gramnegativas proteolíticas: *Pseudomonas* y *Vibrio*, y sacarolíticas: *Lactobacillus*. Las primeras generan aminas y amoniaco; las segundas reducen el pH. Tomar ciertos moluscos bivalvos crudos puede ocasionar toxiinfecciones graves por *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio cholerae*, *Escherichia coli*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus enterotoxigénico*, *Vibrio parahaemolyticus* y virus. El consumo de ostras alteradas puede acarrear cuadros de fiebres tíficas, paratíficas y hepatitis víricas. Los mejillones crudos, mal cocinados o recontaminados, pueden ser origen de fiebres tíficas y de salmonelosis.

Mención aparte merece la contaminación por biotoxinas marinas fabricadas por los dinoflagelados presentes en el plancton. Algunas biotoxinas afectan al sistema nervioso —las neurotoxinas— y otras, al tubo digestivo —enterotoxinas—. En determinadas circunstancias favorables, los dinoflagelados ascienden hacia la superficie marina y se reproducen rápidamente, dando lugar a coloraciones extrañas, entre las que predomina el rojo; este fenómeno se conoce como marea roja o purga de mar. Los moluscos, en especial, los mejillones y las almejas, filtran cada día grandes cantidades de agua y se alimentan de estos organismos, y las toxinas se fijan al hepatopáncreas o al sifón. Al ser consumidos por el ser humano, sobreviene la intoxicación que, en el caso de la neurotoxina, puede ocasionar la muerte y en el de la enterotoxina, provocar trastornos gastrointestinales.

16.13.3. Control microbiológico de los mariscos

Las muestras de crustáceos con caparazón se consiguen desinfectando su superficie con alcohol de 70° y, luego, se retiran asépticamente con material estéril. Si carecen de caparazón, la carne se debe manipular también de modo aséptico con material estéril.

Si se trata de moluscos, se debe tomar un número suficiente de individuos para que el volumen de carne y de líquido intervalvar no sea inferior a 30 ml. Se deben limpiar concienzudamente a chorro y mediante un cepillo para retirar todo tipo de sustancias extrañas adheridas a las conchas como algas, tierra, etc.

Tras un ligero flameado, las valvas se abren y se recogen los cuerpos y el líquido intervalvar sobre probeta estéril. Se añade diluyente hasta obtener una dilución 1:10; se puede utilizar como diluyente solución

Ringer a 1/4 o agua de triptona. Finalmente, la mezcla se tritura y homogeneiza y se usa como solución madre.

El protocolo de estudio microbiológico en los mariscos es el siguiente:

- Recuento de colonias aerobias revivificables.
- Investigación y recuento de *Escherichia coli*.
- Investigación y recuento de *Enterobacteriaceae* totales.
- Investigación de *Salmonella* y *Shigella*.
- Investigación y recuento de *Streptococcus aureus* enterotoxigénico.
- Investigación y recuento de *Streptococcus D.* de Lancefield.

- Investigación de *Vibrio parahaemolyticus*.
- Investigación de biotoxinas marinas hidrosolubles (PSP).
- Investigación de biotoxinas marinas liposolubles (DSP).
- Investigación de toxinas botulínicas.

Para la investigación de toxinas marinas se puede recurrir a métodos biológicos, inmunológicos y químicos. El bioensayo en ratón es el procedimiento oficial para determinar biotoxinas PSP, y es el mejor método de que se dispone. Se valora la posibilidad de sustituirlo por algún otro método, especialmente, fluorométrico o HPLC. Para las biotoxinas DSP se puede utilizar el bioensayo en ratón o HPLC.

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE

- 1** Diseño y realización de un estudio de campo sobre los tipos de pescado, marisco y derivados de mayor consumo en la zona.
- 2** Elaboración de cuadros-resumen con las características morfológicas diferenciales de las especies de pescados y mariscos de más consumo, recogiendo las denominaciones comunes o locales aplicadas a tales especies.
- 3** Visita a una lonja, mercado central de pescados o empresa mayorista, elaborando un informe en el que se recoja información sobre acondicionamiento de productos a la recepción, el equipamiento de las instalaciones, los procesos de trabajo, los controles realizados, el libramiento de productos, etc.
- 4** Confección de cuadros-resumen con las propiedades nutricionales básicas de las principales especies de consumo en la zona analizadas en la unidad.
- 5** Elaboración de un protocolo de análisis físico-químico rápido para el pescado, los mariscos o los derivados y desarrollo del mismo sobre una muestra del producto elegido.
- 6** Partiendo de la información bibliográfica adecuada, recogida de datos sobre infecciones y toxiinfecciones alimentarias, en un margen de tiempo determinado, producidas por pescados, mariscos y derivados. Realización de un estudio sobre los alimentos responsables y los gérmenes identificados o presuntivos.
- 7** Teniendo en cuenta las características de carga microbiana inicial y de contaminaciones posteriores para los diferentes productos estudiados en esta unidad de trabajo, establecimiento de hipótesis de contaminación para un alimento del grupo, considerando la posible historia de la manipulación y la transformación que haya podido sufrir.
- 8** Elaboración de esquemas de protocolo de recuento, detección e identificación de microorganismos para las principales especies de consumo en la zona.
- 9** A partir de los protocolos de la actividad anterior, aplicación del protocolo correspondiente al análisis microbiológico de una muestra de un alimento del grupo.