

CARNE Y PRODUCTOS CARNICOS

SU TECNOLOGIA Y ANALISIS

Prof. Dr. Hermann Schmidt Hebbel

CON LA COLABORACIÓN DE:

Prof. Ing. Sergio Bittner Sch.

Prof. Julia Vinagre L.

Prof. Emma Wittig de Penna

Prof. Sonia Avendaño V.

Rof. Luis López V.

Prof. Dr. Manuel Méndez C.

Rof. Dr. Héctor Alcaño C.

Ing. Emilio Castro C.

Editado por

Fundación Chile

© Dr. Hermann Schmidt-Hebbel, 1984
Inscripción N° 59.664
Derechos exclusivos reservados para todos los países

Texto compuesto con matrices *Linotron Times 10/12*

Se terminó de imprimir esta 1ª edición
en los talleres de
EDITORIAL UNIVERSITARIA
San Francisco 454
Santiago de Chile
en el mes de julio de 1984

Diagramación: Cecilia del Campo

INDICE DE MATERIAS

	página
INTRODUCCIÓN	7
I. Bioquímica y Tecnología de la carne	9
II. Higiene y Sanitización en la producción de la carne.	16
III. Aspectos microbiológicos y parasitológicos de la carne y derivados.	23
IV. Calidad de la carne y productos cárnicos.	29
V. Aplicación de aditivos preservadores y texturizantes en la industria de productos cárnicos.	35
VI. El proceso del curado de productos cárnicos.	43
VII. Acentuantes de aroma y sabor en productos cárnicos.	50
VIII. Extensores proteicos como ingredientes no cárnicos.	56
IX. Conceptos generales y procesos tecnológicos destacables en la elaboración de cecinas.	62
X. Análisis de carne y derivados.	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111

INTRODUCCION

Desde el punto de vista nutritivo, una ración de 200 g de carne cruda suministra unos 40 g de proteínas de alto valor biológico y digestibilidad, cantidad que es superior a la que proporcionan las raciones diarias de leche y huevos juntas (unos 15 g c/u).

Ultimamente el suscrito ha tenido la oportunidad de dirigir y organizar dos Cursos de Avanzada Tecnológica sobre la Industria de la Carne y sus derivados. El primero, realizado en Buenos Aires, a fines de noviembre de 1982, se debió a una invitación del Centro de Investigación y Tecnología de Carnes (CITECA) perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología industrial (INTI) y versó sobre el tema: "Aditivos en Productos Cárnicos"(2).

El segundo Curso, que se desarrolló en Santiago, en noviembre/diciembre de 1983, correspondió a un encargo que recibió el suscrito del Centro de Extensión Interdisciplinaria (CENEXI) y se realizó sobre el tema: "Avances Tecnológicos en la Industria de la Carne y Derivados"(3).

Mientras el primero fue desarrollado por el suscrito y la valiosa contribución del Prof. Ing. Agr. Sergio Bittner Sch., quien expuso la parte aplicada de los Aditivos en la Industria de la Carne, el segundo fue dirigido por el suscrito con la colaboración de diferentes especialistas en sus respectivas materias, y sus nombres figuran en la carátula y en los capítulos correspondientes de este libro.

Se agrega a estos dos Cursos todavía la realización de un interesante Seminario organizado en Santiago por Fundación Chile del 9 al 11 de noviembre de 1982 (1). Su tema fue: "Tecnología y Manejo de Carnes procesadas" a cargo de destacados especialistas norteamericanos del American Meat Institute y de la A.B.C. Research Corporation.

El conocimiento más profundo que obtuvo el suscrito sobre estas materias, gracias a su participación docente en estos dos Cursos y su asistencia al Seminario mencionado, sugirió la oportunidad de reunir, condensar y coordinar el amplio y valioso material aportado, para dar así origen a la presente publicación. Con el objeto de completar las informaciones que se suministran, pareció interesante incluir también un Capítulo relacionado con los aspectos del Análisis de Carne y derivados, materia que no fue tratada en los encuentros mencionados.

En este contexto la composición de la carne y de sus derivados ofrecen para el analista, especial interés pues comprende —fuera de las determinaciones

habituales del análisis proximal— una serie de trabajos específicos como lo son las investigaciones, por diferentes tipos de técnicas analíticas, de distintas clases de carne y derivados según su origen animal, de proteínas extrañas, presentes en productos químicos, de creatinina como componente específico de la carne y de agua extraña, agregada a productos cásmicos.

Es de esperar que también esta obra —la decimotercera del autor en el campo de la Química y la Tecnología de los Alimentos— reciba la favorable acogida de sus publicaciones anteriores y despierte interés en todos los profesionales, técnicos y estudiantes que en una u otra forma se relacionan con la Industria de la Carne y sus Derivados; temática que asume actualmente mayor importancia dentro del amplio campo de la Tecnología de Alimentos.

DR. HERMANN SCHMIDT-HEBBEL
Profesor Extraordinario y **Miembro Académico**
de la Universidad de Chile
ex Experto en Alimentos de FAO, OMS, UNESCO y O.W.

1. BIOQUIMICA Y TECNOLOGIA DE LA CARNE

La palabra *carne* deriva de latín *CARNIS*; en griego se le denominan *KREAS* y de esta voz derivan los nombres a: dos de sus componentes característicos: *creatina* y *creatinina*.

Se define en forma genérica como Carne la porción comestible, sana y limpia de los músculos de los bovinos, ovinos, porcinos y caprinos declarados aptos para la alimentación humana por la inspección veterinaria oficial, antes y después de la faena.

Estructura:

El tejido muscular de la carne de mamíferos está formado por células gigantes, denominadas *fibras* que miden desde 1 mm hasta varios cm de largo, las cuales se mantienen unidas y envueltas por una membrana de tejido conjuntivo, llamada *sarcolema* o *estrona*. Dentro de las fibras y bañándose en el líquido o *sarcoplasma* que las llena se encuentran numerosas *miofibrillas* de sólo 1 micrómetro (milésimo de mm) de diámetro y que constituye el sistema contráctil de los músculos.

La microscopía electrónica ha revelado la microestructura de estas miofibrillas, la que se compone de 2 tipos diferentes de filamentos: unos más gruesos, ordenados en forma hexagonal, formado por moléculas de la proteína, llamada *miosina*, y otros más pequeños de moléculas helicoidales de otra proteína, llamada *actina*.

Este *carácter heterogéneo* de la carne se manifiesta por el diferente estado físico que asume según la fase en que se encuentra. Así, inmediatamente después de la matanza se manifiesta más bien como un cuerpo sólido elástico y capacitado a retener agua, de modo que una deformación causada por una fuerza extraña desaparece, al cesar ésta. En cambio, después de la rigidez cadavérica, es decir en la maduración, resulta la carne como un cuerpo sólido de viscosidad *plástica*, persistiendo, entonces, una posible deformación causada por una fuerza extraña. Por estos caracteres de fluidez mecánica que adquiere la carne por la maduración se deja comprimir a través de tubos y pueden llenarse con ella maquinalemente tripas u otras envolturas (37).

Composición:

1. PROTEÍNAS

Fuera de su importancia nutritiva, las proteínas cárneas desempeñan la función tecnológica de emulsionar *grasas*, ligar *agua* y proporcionar color, sabor y textura. Pueden distinguirse en la carne las siguientes clases de proteínas:

1.1. *Proteínas musculares:*

1.1.1. *Proteínas contráctiles*, ubicadas en las fibras, que son *solubles en sal y*, por tanto, extraíbles por la salmuera. Se trata de la *miosina* que existe en las fibrillas como gel concentrado y que es el principal causante del efecto emulsionante de la carne. En el animal recién faenado la presencia del ácido adenosintrifosfórico (**ATP**), rico en energía, permite que los filamentos proteicos de *miosina* y de la otra proteína contráctil, la *actina*, responsables directos de la contracción muscular, permanezcan separados; en forma similar a un músculo vivo, en estado de reposo. Pero, a medida que avanzan las horas, la disminución y posterior desaparición del **ATP** produce la unión (reversible en el caso de la contracción) de actina y miosina con formación del complejo, *actomiosina*, instaurándose la rigidez cadavérica, caracterizada por pérdida de la elasticidad del músculo. En este estado entrelazado de las moléculas de actomiosina, ésta es prácticamente insoluble y no puede realizar las funciones de ligazón de agua y de emulsificación de grasas (3).

1.1.2. *Proteínas solubles del sarcoplasma*. Fuera de *globulinas* y el *miogeno* o conjunto de enzimas propias de la carne, responsables del metabolismo celular y en especial de la glicolisis, es de *gran* importancia la *mioglobina* o hemoglobina del músculo pues es el almacén temporal del oxígeno utilizado en los procesos bioquímicos normales del músculo vivo. Químicamente está compuesta por un átomo central de *hierro*, el cual es responsable de los cambios de color de la carne y está rodeado por un complejo molecular cíclico de tipo pirrólico (hem).

A través de su hierro forma por oxidación la *oxi-mioglobina*, que le da a la carne ese color más vivo inmediatamente después de la matanza. En cambio, por oxidación del hierro al estado trivalente ya se forma la *metamioglobina* de color marrón, indeseable.

Una *gran* afinidad, semejante a aquella por el oxígeno, presenta la mioglobina también por el óxido de nitrógeno, lo que constituye el fundamento del enrojecimiento de la carne en el proceso del curado.

La mioglobina falta en la carne de peces y aves y a **70-80°C** se destruye, formando hemocromógeno, como sucede en la cocción y el asado.

1.2. *Proteínas insolubles del tejido conjuntivo:*

1.2.1. *Colágeno* de la piel, ligamentosa e intestinos, que suele utilizarse para

la envoltura de productos cárneos. Está formado por pocas cadenas de polipéptidos, entrelazados en forma helicoidal y a través de puentes de hidrógeno. Es fácilmente susceptible a la **retracción** o arrugamiento y a la **hidrólisis** por acción del calor y humedad, formando gelatina y en un estado más avanzado glicinae hidroxiprolina cuya valoración puede servir para determinar el porcentaje de tejido conjuntivo o cartílago en productos cárneos.

1.2.2. **Elastina**, abundante en tendones y ligamentos. Forma largas cadenas de polipéptidos, ubicados unas al lado de otras y enlazadas por **uniones covalentes** de los aminoácidos integrantes, lo que le da mayor resistencia a la hidrólisis **pero** es desdoblable por las proteasas vegetales.

1.3. **Nucleoproteínas**, que forman el grueso del material genético que controla las características hereditarias de la célula.

1.4. El resto del nitrógeno total de la carne proviene de las **sustancias extractivas nitrogenadas** a las cuales pertenecen las **bases púricas**: adenina, guanina, xantina, hipoxantina y los mononucleótidos como los ácidos inosínico y adenósico y, además, la **creatina** o ácido metil-guanidin-acético (en parte unida al ácido fosfórico) y su anhidrido interno, la **creatinina**. Estos dos últimos son componentes típicos de la carne, de modo que sirven para su reconocimiento analítico. Estas sustancias extractivas pasan junto con el jugo celular y grasa fundida **al caldo de cocción** de la carne, cuyo efecto estimulante del apetito se debe a ellas.

2. GRASA

Existe en la carne en diversas formas (37):

- 2.1. **Extracelular**, como tejido subcutáneo y de depósito;
- 2.2. **Intramuscular**, contribuyendo al aspecto marmóreo de la carne;
- 2.3. **Gotitas finas** de grasa en el sarcoplasma.

Se observa una cierta relación inversa entre el contenido de grasa y **agua** que son los componentes más variables dentro del animal. Es de interés su punto de fusión y su susceptibilidad a la rancidez.

3. CARBOHIDRATOS

Sólo existen en forma de glucógeno que en el animal vivo alcanza sólo un 1% en el vacuno, el cual desaparece prácticamente antes de llegar la carne a la preparación culinaria; pero en la carne de equino alcanza un 4.5%, del cual persiste en su carne una porción residual, base para su reconocimiento químico.

4. AGUA

En la carne se distingue entre el **agua de hidratación**, tan fuertemente ligada a

las proteínas hidrosolubles a través de puentes de hidrógeno de modo que **no** congela aun a -70° , pero forma sólo el **4-5%** del agua total (**75%** promedio) de la carne; y el **agua libre** pero bien incorporada debido a la **microestructura** del tejido muscular, el cual actúa como un cuerpo sólido, elástico. El **poder de retención** del agua por parte de la carne experimenta, sin embargo, cambios según su fase de elaboración y con la edad del animal. Siendo la retención bastante alta en las horas que siguen a la matanza, desciende después y vuelve a subir durante la maduración, pero sin alcanzar a menudo la retención original. Estos cambios en el contenido de agua **se** deben esencialmente a la **interrelación** entre las cargas eléctricas de las proteínas y el carácter dipolar de las moléculas de agua, cuya intensidad depende, a su vez, del pH de la carne.

5. SALES MINERALES

Especialmente los iones **calcio** desempeñan un importante papel en el desarrollo de la rigidez cadavérica, en su desaparición durante la maduración y en la terneza de la carne resultante. Si la carne **se** congela antes del rigor mortis los iones Ca **se** liberan durante la congelación o el deshielo posterior desde el retículo del sarcoplasma hacia los espacios miofibrilares del músculo, provocando una fuerte contracción de las fibras musculares. Esto tiene como consecuencia una gran pérdida de jugo celular y una gran dureza viscosa, con ausencia de terneza suficiente; se habla de “rigidez de deshielo”. Lo mismo sucede al someter la carne antes de la rigidez cadavérica a congelación y liofilización, resultando un producto con escaso poder de fijación de agua en la rehidratación: “rigidez de rehidratación”. Tanto esta contracción por el frío como esta rigidez pueden evitarse, si la carne se mantiene, después de la matanza, unas horas a $12-15^{\circ}\text{C}$ o si se somete al salado que produce una liberación de los iones Ca de la estructura miofibrilar del músculo.

Este efecto puede lograrse también por el proceso de **estimulación eléctrica** que consiste en someter la canal inmediatamente después de la matanza a un electroshock con golpes repetidos de comente de alta tensión. Esto puede hacerse en forma lenta a **45-75** voltios o alta, a 400-600 voltios, lo que es más costoso; también puede hacerse a 250 voltios. Además, la estimulación eléctrica tiene los siguientes efectos:

Se produce un desangrado más completo y se acelera la aparición de la rigidez cadavérica **y** del color más claro de la carne en las primeras 24 horas. Se usa esto para la **selección** de los canales en el matadero para diferenciar entre las carnes que **se** destinarán como tales a los Supermercados y aquellas destinadas a ser procesadas.

Además, la estimulación eléctrica acelera la **glucolisis**, con descenso del pH a ± 6 lo que produce una activación de las enzimas propias de la carne

(catepsinas) responsables de la maduración, aumentando con ello la *terneza* de la carne.

La estimulación eléctrica se aplica, también, para el expendio moderno de la llamada *CARNE EN CAJA*. Una vez desangrada y removidos cabeza, patas, cuero y vísceras que constituyen las “menudencias” la carcaza o carne en vara es cortada a lo largo de la columna vertebral en dos partes llamadas medias canales. Luego las canales son deshuesadas y desgrasadas y los cortes de masa muscular son envasados en *bolsas plásticas*, impermeables al oxígeno atmosférico y la humedad. Se les extrae el aire mediante vacío y se sellan; se aplica finalmente un baño de agua caliente para producir una retracción de la bolsa después del enfriamiento posterior. Luego se colocan las *bolsas* en cajas de cartón.

Es importante que el material plástico de la bolsa sea fuerte, durable y que resista el agrietamiento; debe ser susceptible a contraerse para ajustarse a la forma de su contenido, constituyendo así una funda ajustada que reduzca el exudado de la carne. Como *ventajas* de la “Carne en Caja” pueden señalarse las siguientes:

- Menor merma por deshidratación;
- Mayor vida útil por menor contaminación en **sus** condiciones anaeróbicas y de refrigeración;
- Mayor facilidad de transporte en cargas y descargas, posibilitando también una paletización (grúa mecánica).

Este sistema exige lógicamente un manejo cuidadoso, evitando también fugas por un posible sellado deficiente.

La “Carne en Caja” que puede suministrar un producto de óptima calidad no puede compararse naturalmente con la llamada “carne moldeada o reconstituida” que se elabora por presión y calentamiento de trozos pequeños o retazos para darle apariencia de trozos grandes o aun cortes anatómicos (jamones).

6. COMPONENTES RESPONSABLES DEL AROMA Y SABOR DE LA CARNE Y SUS DERIVADOS

La carne cruda posee sólo un débil aroma, el que se desarrolla junto a la terneza durante la fase de maduración, 2 a 3 horas post-mortem en el vacuno.

Interesantes son las transformaciones que experimenta la carne por la cocción y el asado. La *cocción* con agua determina una pérdida de peso de 20 a 40%, pues el jugo celular, grasa fundida y las sustancias extractivas pasan al caldo, a lo que se debe su acción estimulante sobre el apetito. El *colágeno*, en parte, se disuelve al estado de gelatina, y las proteínas, como la mioglobina, se coagulan y transforman; la carne se vuelve gris y más *digerible*. En cambio, si la carne se introduce en *agua hirviendo*, los prótidos de la superficie se

coagulan y la costra impide la difusión del jugo y sus componentes solubles, resultando así una carne de sabor más agradable, **pero** un caldo insípido.

El **asado** determina una pérdida de peso de 20 a 25% y la formación de una costra de proteínas coaguladas y grasa fundida que impide la salida de las sustancias extractivas. Además, **se** forman ciertas sustancias aromáticas provenientes de **grasas** y proteínas del jugo (54).

Según la forma como se realiza la cocción y el asado de la carne, se ha podido identificar un gran número de sustancias químicas, tanto fijas como volátiles, que en conjunto determinan el aroma y sabor de la carne sometida al calor; actuando como precursores - e n **las** complejas reacciones generadoras— compuestos como péptidos, tiamina, ácido sulfhídrico y amoníaco, entre muchos otros. **Sólo** algunas de las sustancias resultantes presentan por sí solas una nota aromática relacionada con el extracto de carne; **se** trata generalmente de compuestos azufrados como metional, 2-formiltiofeno, 5-tiometilfurfural y **3,5-dimetil-1,2,4-tritriolano** (o tetrahidrotiofeno) (12).

7. EL pH EN CARNES

El proceso de la matanza genera, junto con modificaciones estructurales en la carne, una serie de transformaciones bioquímicas que **se** manifiestan, entre otros fenómenos, por un **desvío del metabolismo** de los carbohidratos hacia la glicolisis con formación del ácido láctico que permanece en el músculo y una disminución de los compuestos energéticamente activos como ATP y ADP y fosfocreatina, lo que desencadena la **rigidez cadavérica** (rigor mortis).

Como consecuencia se produce un descenso *post-mortem* (p.m.) en el pH de la carne que alcanza, en las primeras 24 horas, desde los 6,5 a 7,5 en el músculo vivo hasta valores de 5,4 a 5,8; lo que depende de la reserva inicial de glicógeno.

Tanto la **magnitud** como la **velocidad** de este descenso en el pH influyen considerablemente en el **poder de retención de agua** por parte del tejido muscular, pudiendo producirse exudación de líquido. Pero a la vez limita la actividad de bacterias de la putrefacción, **al** actuar como **barrera selectiva** de la flora contaminante y **se** favorece también la actividad de las enzimas proteolíticas de la carne (catepsinas), cuyas transformaciones autolíticas determinan posteriormente la **maduración** de la carne. Con este proceso de maduración, la carne adquiere su textura más suave, jugosa y de sabor agradable, favoreciendo a la vez su capacidad de conservación.

El comportamiento de las proteínas miofibrilares en cuanto a su capacidad de retención de agua es muy dependiente del factor pH.

Así, a un pH neutro (6,8-7), su capacidad de retención es **máxima**, por la disposición de las cargas eléctricas negativas de las moléculas proteicas.

Mientras más **se** acidifica la carne, la cantidad de cargas negativas libres va

disminuyendo hasta alcanzar el punto isoeléctrico de las proteínas en que se iguala el número de cargas positivas y negativas y que está en un pH de **5 a 5,4** en la miosina y de **4,7** en la actina.

La interacción entre un número igual de cargas eléctricas de polaridad contraria impide la fijación de moléculas de agua (39).

Existen todavía **otros** factores que pueden influir en variaciones anormales del pH debido a una **rápida glicolisis** en la musculatura, llegando a valores inferiores a **5,8** dentro de la primera hora post-mortem. Así sucede en **cerdos muy excitados** por el **stress** de transporte o sometidos a engorde intenso y que puede presentarse también en el ganado vacuno. Resulta entonces una carne que por sus caracteres recibe el nombre de **carne PSE** (pale-soft-exudative = pálida, blanda, acuosa).

En cambio, en cerdos muy agotados resulta la llamada **carne DFD** (**dark-firm-dry** = oscura-firme-seca) con pH alto por falta de glicógeno. Esta carne **DFD** del cerdo corresponde en cierto modo por sus caracteres físicos a la carne llamada "dark cutting" (oscura al corte y pegajosa en la superficie) del **vacuno** (resultando sólo a las **48** horas p. m. el valor final en el pH, en oposición a las **24** horas p. m. como sucede en el cerdo).

Desde el punto de vista tecnológico (**40**), la **Carne PSE** presenta una mala retención de agua pues el violento descenso del pH a menos de **5,8** provoca una parcial desnaturación proteica; pero muestra una buena penetración de la sal en el curado en seco (véase éste). Es aprovechable en **embutidos** crudos, al mezclar hasta en un **30%** con carnes normales de vacuno o cerdo.

En cambio, la **Carne DFD**, a causa de su elevado pH (superior a **6,2** y a veces hasta de **7,0**) es muy susceptible a la descomposición microbiana y aunque tiene una buena retención de agua podría ser sólo aprovechable para **embutidos escaldados** y siempre sólo en mezcla con carne normal.

En la elaboración de productos cárnicos crudos la zona de pH más apropiada está entre **5,5** y **5,8**, en la cual la carne posee una "estructura abierta", es decir, las fibras musculares están ampliamente separadas unas de **otras** y así, la **sal**, sustancias curantes y **otros** aditivos pueden penetrar más fácilmente en el interior de las piezas de carne.

La zona de pH entre **5,5** y **5,8** garantiza, además, ventajas para una buena curación, amplio desarrollo y estabilidad del color y una óptima durabilidad del producto curado, puesto que el pH ácido provoca una suficiente exudación del jugo cárnico. Esta exudación reduce el valor del producto, impidiendo el desarrollo de microorganismos causantes de deterioro (3).

Por lo tanto, la medición del pH es fundamental, tanto para reconocer los 2 tipos extremos de carne que se han descrito, como también para seleccionarlas debidamente y detectar el grado de acidificación en la maduración de productos cárnicos.

II. HIGIENE Y SANITIZACION EN LA PRODUCCION DE LA CARNE

Prof. Dr. Manuel Méndez C.

Prof. Dr. Hermann Schmidt-Hebbel

Según informe de la American Chemical Society de 1980 (38) la falta de higiene y las enfermedades infecciosas producen una pérdida anual de 15 a 20% del ganado destinado a la alimentación; cifra que sube a 30 ó 40% en los países en desarrollo.

A. La etapa del beneficio de **animales** comprende las siguientes operaciones:

1. TRANSPORTE

El ganado puede ser transportado por su propio pie, por camión, ferrocarril o barco. Pero sea cual fuere el método empleado, sufrirá agotamiento, heridas, contusiones, fracturas e incluso asfixia.

Un daño que tiene alta significancia comercial es la pérdida de peso que sufrirá durante el transporte, lo que dependerá, en gran medida, de los siguientes factores:

- Estado de los animales en el momento de la carga **y** trato recibido antes de ella;
- oportunidades **y** clase de pienso dado al ganado antes de la carga;
- tiempo atmosférico durante el transporte **y** distancia de desplazamiento;
- medio de transporte usado;
- **trato** recibido por el ganado en estaciones de tránsito.

Durante el transporte los animales pueden contraer enfermedades contagia-**das** por ganado que anteriormente ha sido transportado en el mismo medio de transporte; de **ahí** la necesidad de lavar **y** desinfectar el vehículo ocupado entre carga **y** carga de ganado. Esto puede hacerse:

- a) Por desinfección ordinaria: se hace un lavado abundante con agua comente **y** luego se desinfecta con agua de cal o con solución de hipoclorito de calcio al **1/20**.
- b) Por desinfección especial: (si ha habido algún brote epidémico) lavando directamente con solución de formol (solución acuosa al 3%). de fenol

(solución acuosa al **5%**) o hipoclorito de calcio (al **30%**). El estiércol, la paja, restos de pienso se deben quemar, mezclar con cal viva y enterrar. Las herramientas e instrumentos metálicos se deben esterilizar al calor.

Por efectos del viaje los animales pueden contraer la “Fiebre de los Barcos”, la “Hemorragia Muscular de los Cerdos” o la “Enfermedad del Transporte”. Todas ellas pueden ser evitadas haciendo un buen manejo de los animales a transportar y acomodándolos de tal modo que dispongan de un mínimo de espacio y abundante pienso y agua en las estaciones de descanso (éstas se deben distribuir cada **28** horas para viajes de más de **36** horas).

2. RECEPCIÓN Y REPOSO

“La carne agitada es mala; da un charqui rojizo, por bien que desangre el animal” (10).

A su recepción, el ganado debe ser sometido a un período de reposo adecuado para que éste se recupere de las penurias del viaje. Esto asegura la recuperación de las condiciones físicas mínimas como para obtener del animal una carne limpia y de buen aspecto: para esto se recomienda un período de reposo de **24** a **36** horas, previo al sacrificio. En este lapso se abrevará y alimentará al animal y se le hará el examen “ante mortem”.

3. INSPECCIÓN “ANTE MORTEM”

Se determinarán las condiciones de salud en que ha llegado el ganado y se descartarán aquellos animales que demuestran síntomas de enfermedades agudas o que tengan demostraciones de haber sufrido maltratos tales que requieren sacrificio de urgencia.

Durante el período de descanso, las carnes del animal perderán las características de “carnes fatigadas” y adquirirán las que caracterizan a la carne de buena calidad. Pero, más importante que esto, la musculatura volverá a su estado normal y permitirá, a la sangría, un excelente escumamiento de la sangre. Con esto se logra una sangría perfecta y una carne de buenas condiciones comerciales.

4. SACRIFICIO

Puede realizarse por las siguientes técnicas:

4.1. Sin insensibilización previa, puede hacerse de dos maneras:

- por incisión en el pecho y sección de los grandes vasos del pecho;
- por degüello (yugulación); sección de las carótidas y yugulares, dejando intacto esófago y tráquea.

Se obtiene una buena sangría completa y se produce carne de buen aspecto y larga duración comercial.

4.2. La *enervación* previa por punción en la nuca se obtiene por introducción de una herramienta llamada “puntilla” en el hueco de la articulación occipito-atloidea, produciendo la ruptura del bulbo raquídeo. Por este método se insensibiliza la res y se desploma. **Para** sacrificarla se le seccionan los grandes vasos de la entrada del pecho y para facilitar la sangría se procede a hacer “fuelle” o a elevarla por los jarretes (patas traseras).

Se obtiene una buena sangría, provisto que se haga un buen fuelle, y se produce una carne de buena calidad.

4.3. La *insensibilización previa* al desangramiento se obtiene por varios métodos:

4.3.1. Empleo de mazos o combos: se produce conmoción intensa (con o sin fractura del **frontal**) produciendo colapso respiratorio y taquicardia. Se puede lograr una buena sangría y carne de buen aspecto.

4.3.2. Empleo de pistoletas que pueden disparar un proyectil o un punzón que penetra en el cerebro. Es un buen método, excepto para cerdos en los cuales produce **perturbación** cardíaca, convulsiones, **desgarro** de vasos capilares, extravasación de sangre a los tejidos, retención de sangre en los tejidos, desarrollo de gérmenes y putrefacción.

4.3.3. Por *narcolepsis*: **se** usa un equipo que proporciona corriente alterna de **70** a **90 V** y de **0,3** a **0,5 Amperes**. Es un método usado preferentemente en lanaras y cerdos y **poco** en vacunos. La sangría es perfecta y completa, y la carne de excelente presentación.

4.3.4. Por *gas*: **se** puede usar una mezcla de **70%** de **CO₂** y **30%** de aire por **30** segundos: al aspirar la res esta mezcla, cae en la inconsciencia, con respiración profunda. Este método **se** usa en cerdos y produce buena sangría, obteniéndose carnes de buena presentación.

4.4. *Sangría*: Se produce por sección de los grandes vasos del cuello. Para este fin el animal debe ser dispuesto con el cuello más bajo que el nivel del cuerpo; esto **se** obtiene en las reses menores colocándolas en mesas especiales y, para las reses mayores, suspendiéndolas de los jarretes. En el caso de los cerdos, no es conveniente suspenderlos ya que por ruptura de los vasos de la articulación coxo-femoral y del **desgarro** de las sinoviales articulares, con posible extravasación de sangre y sinovial a los tejidos, puede producirse un daño irreparable al jamón.

Esta operación de desangrado debe hacerse en sectores especiales del matadero y con el animal suspendido o colocado en las mesas de matanza; debe **permitírsele sangrar** hasta el final: con esto **se** obtiene una carne de calidad, sin la presencia de restos de sangre en los tejidos, dejada allí por mala extracción.

Al efectuar la sección de los grandes vasos de la entrada del pecho se debe tener cuidado de no lesionar la tráquea o el esófago, ya que la sección de estos

conductos podría generar problemas de invasión de gérmenes vía sangre respirada, mezclada con contenido estomacal.

Al sangrar a las reses pequeñas en mesas **se** debe tener en cuenta que para un mejor sangrarse debe “doblar el cuello” para evitar la posible coagulación de la sangre.

Para efectuar esta faena **se** debe usar cuchillos que deben ser frecuentemente desinfectados durante el acto de la matanza: para ello **se** puede ocupar una solución de hipoclorito concentrado o simplemente agua hirviendo. Con el fin de evitar que entren gérmenes a través de la herida para el **desangre** e invadan la carne del animal **se** puede lavar la zona con agua a chorro y escobilla. A esta agua **se** le puede adicionar solución de hipoclorito u **otro** antiséptico.

Para animales cuya sangre se usará en alimentación humana se recomienda usar cuchillos de hoja hueca (trócares o cuchillos suecos) y, en lo posible, equipos **de** succión (“chupador”); con este último procedimiento se obtendrá una carne más exangüe, de mejor presentación y mayor duración.

4.5. Desuello: En vacunos: mediante el uso de cuchillos, desolladores mecánicos o sistemas mixtos. En **lanares** y **cabríos** se emplea el procedimiento de “soplado” para desprender la piel, luego se efectúan los cortes y se retira la piel.

Para los cerdos, lo que **se** prescribe es el **depilado** el que se puede lograr por el uso de agua caliente, ya sea por chorro o por inmersión en un baño (a 90°C “hasta que dé el pelo”) o por chamuscado (a la llama).

5. EVISCERACIÓN Y PREPARACIÓN DE LA CANAL

5.1. El procedimiento de **evisceración** comprende una serie de etapas que son:

- Incisión de la pared abdominal.
- Extracción de los órganos abdominales, a excepción de los riñones.
- Incisión de la cavidad pelviana: sección de la sínfisis isquiopubiana.
- Sección del esternón.
- Extracción de los órganos de la cavidad torácica, incluido el diafragma.
- Extracción de los tejidos de la región inferior del cuello.

El procedimiento de evisceración debe efectuarse en el tiempo mínimo posible después de la muerte del animal para, **así**, evitar los problemas derivados de la fermentación y posible putrefacción— del contenido intestinal, con la consiguiente absorción de olores desagradables por parte de la carne. A toda costa debe mantenerse la integridad de los órganos que **se** extraigan, recurriendo, incluso, al uso de ligaduras al seccionar el recto, cardias, píloro y vejiga para **impedir** que los contenidos contaminen las canales.

Luego de extraídas las vísceras, éstas deben **ser** sometidas a inspección veterinaria en conjunto con las canales a las que pertenecen: al efecto, en los

mataderos que operan en línea continua estas vísceras acompañan en todo momento a la canal respectiva, al igual que la cabeza. Una vez terminado el examen veterinario, cada elemento (canal, vísceras, cabeza) se separará, ingresando a diferentes secciones del matadero.

5.2. Preparación de la Canal: Se separan los materiales extraños adheridos durante la operación de matanza y se arreglan las superficies de corte. Para esto se lava la canal con agua a chorro, de moderada intensidad, y se limpia la superficie con trapos esterilizados en agua hirviendo. Así, se lavan las cavidades eliminando cualquier suciedad que pudiera haberle caído durante el proceso.

Para hacer más fácil el transporte de la canal se suele dividirla, dando origen al corte conocido como “media canal”; ésta resulta de la división simétrica por el plano medial de una canal entera mediante sierra eléctrica y se corta a lo largo de la columna vertebral.

6. INSPECCIÓN “POST MORTEM”

Este examen consiste en el reconocimiento, conforme a un procedimiento ordenado, de los diferentes órganos y sistemas, con el fin de investigar la posible presencia de enfermedades que pudieran ser de peligro para el hombre o constituir, por sí solas, defecto grave en la calidad del producto resultante.

B. En relación con la sanitización en la etapa del **expendio** de la carne y derivados, el Departamento de Higiene de la **1. Municipalidad de Santiago** ha emitido últimamente Instructivos **(11)** acerca de vitrinas refrigeradas y refrigeradores, exigiendo la mantención de la carne a una temperatura no superior a **2°C** y con un sistema de iluminación que no aumente la temperatura interior. También se indican las siguientes normas de **aseo** y mantención para refrigeradores y cámaras de frío:

- vaciamiento y deshielo totales una vez por semana, sin dejar capas de hielo en el refrigerador (más de **6mm**) y con descongelamiento total del serpentín de enfriamiento;
- limpieza exterior e interior del refrigerador vacío con paño humedecido con agua tibia (no caliente) y detergente. Sigue un segundo lavado con bicarbonato (una cucharada de sopa por litro de agua tibia). Luego se procede a un enjuague con chorro de agua potable y se termina con un buen secado; se recomienda **tratar** las gomas de las puertas, una vez secadas, con glicerina para evitar que se vuelvan duras o quebradizas;
- funcionamiento continuo del refrigerador o cámara para la debida mantención de la baja temperatura (**+2 a -18°C** para carne refrigerada según el Reglamento Sanitario de los Alimentos) (9).

C. Sanitización por agentes de desinfección

Para la sanitización de equipos, utensilios, recipientes y en general para la planta de elaboración se recurre a agentes *químicos* de *desinfección*, pero su aplicación debe efectuarse en **tal** forma que tras limpieza por lavados o enjuagues apropiados no queden incorporados, ni aun en indicios en el producto alimenticio.

Se caracterizan los agentes de desinfección porque son microbicidas a corto plazo (minutos a horas) en vez de días o semanas, plazo en que actúan los aditivos preservadores o antisépticos.

En la industria de alimentos se usan los siguientes agentes de desinfección (6, 8):

1. CLORO

Su acción antimicrobiana es de espectro muy amplio, pues actúa contra bacterias y sus **esporas**, hongos, levaduras, algas, protozoos y algunos virus. **Esta** capacidad se debe a su intensa acción *oxidante* y su fijación rápida sobre las *proteínas*, por lo que altera el sistema enzimático del metabolismo de la célula microbiana. Por este motivo su acción disminuye en presencia de mucha sustancia orgánica; no es afectado por la dureza del agua, **pero es** corrosivo. Actúa preferentemente a un pH neutro o débilmente ácido.

Fuera de usarse en forma de su solución acuosa, agua de cloro (con 1 a 5 g de Cl **por** litro), se aplica también en forma de derivados líquidos o sólidos que lo liberan, como son los siguientes:

- 1.1. **Hipoclorito de sodio** en solución que contiene unos 13% de cloro activo.
- 1.2. **Cloramina T** o toluen-sulfon-cloramida que en forma de sal sódica contiene 25% de cloro activo.
- 1.3. **Acido dicloro-isocianúrico** cuya sal sódica contiene 64% de cloro activo.

2. YODÓFOROS

Se componen de un agente humectante como un polietóxido y yodo-etanol o yodo-glicol. Son menos irritantes y corrosivos que el cloro y no pierden tan rápidamente su eficacia en presencia de exceso de materia orgánica. También se conoce como yodoformo a la mezcla de Cloramina T y yoduro de potasio.

3. **COMPUESTOS DE AMONIO CUATERNARIO**, como el cetiltrimetilamonio bromuro. Son detergentes catiónicos que no conviene usar en aguas muy duras; en cuyo caso suelen combinarse con agentes quelantes de Ca y Mg.

Son inactivos frente a coliformes y virus.

En presencia de residuos ricos en grasas se prefieren detergentes aniónicos: alquilbencenosulfonatos.

4. ANHIDRO SULFUROSO y sales que lo generan (sulfitos, bisulfitos, metabisulfitos). Es a la vez microbicida, insecticida y antienzimático. De gran reactividad química, la mayoría de las bacterias es inhibida aun a un pH de 6.

Fuera de su aplicación importante en alimentos vegetales y en enología su incorporación en carne y derivados no está permitida por falsear el estado de frescura de la carne, al estabilizar su color; además destruye la tiamina, siendo la carne una fuente significativa de esta vitamina.

En cambio, como agente de desinfección de equipos e instrumentos se usa en soluciones al 1-2%.

5. AGUA OXIGENADA o peróxido de hidrógeno. Ejerce su acción oxidante sobre la célula microbiana, destruyendo sus enzimas. Actúa sobre bacterias tanto patógenas como causantes de alteraciones; sobre hongos y levaduras lo hace sólo a concentraciones mayores. Por la facilidad de su descomposición se usa principalmente como agente de desinfección de material de envase y recipientes, teniendo también un cierto efecto blanqueador y desodorizante.

Para el lavado de tripas usadas en cecinería pueden ser útiles cualquiera de estos agentes de desinfección; para su lubricación posterior pueden usarse soluciones de sorbitol (70%) y a veces soluciones de ácido láctico o de citratos (en tripas de cerdo).

En general, la aplicación de un desinfectante exige una limpieza previa pues al producirse el contacto de un desinfectante, p. ej., con superficies que aún presentan restos de partículas, puede anularse fácilmente su efecto (8).

111. ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS DE LA CARNE Y SUS DERIVADOS

*Pmf. Sonia Avendaño V.
Pmf. Luis López V.
Pmf. Héctor Alcaíno C.*

Por su valor nutritivo, la carne y sus derivados pueden ser invadidos por numerosos microorganismos y parásitos, cuyo conocimiento y características son importantes para evitar los correspondientes riesgos en su consumo.

1. La carne es un alimento altamente perecible ya que **posee** ciertas propiedades de importancia microbiológica que la hacen un excelente medio para el desarrollo de microorganismos (13, 14). Entre estas propiedades podríamos citar por ejemplo:

- **Nutrientes:** el desarrollo de los microorganismos se realiza principalmente **a** expensas de los constituyentes solubles como carbohidratos, ácido láctico y aminoácidos. La digestión de proteínas **se** produce en etapas secundarias. Por su aporte nutritivo, es un excelente medio de cultivo para toda clase de microorganismos.
- **Actividad de agua (a/w) o Coeficiente de agua libre:** en la carne fresca tiene un valor aproximado de 0,99; en cecinas de hígado, de 0,96; en salami de **0,84**; en embutido de sangre 0,97 y jamón crudo 0,93. Estos valores son apropiados para la mayoría **de** los microorganismos, principalmente las bacterias. (Véase también el párrafo de Actividad de agua en el Capítulo de Análisis de Carne y derivados).
- **Potencial de óxido-reducción:** tiene una gran importancia microbiológica. El factor central es la respiración tisular que consume O₂ y produce CO₂. Después de la muerte del animal, el potencial redox va bajando paulatinamente **hasta** que la masa **carnea se** hace anaeróbica después de unas pocas **horas post mortem**, salvo una capa superficial aireada de unos **pocos milímetros de** espesor (± 10 mm). Consecuentemente, sólo en la superficie de la carne habrá desarrollo de flora

aeróbica y en el interior sólo se desarrollarán microorganismos anaeróbicos o facultativos.

- *pH*: en la carne varía entre valores de 7.0 (que es el pH Óptimo para muchas bacterias alterantes y patógenas) y 5.0. Valores de pH inferiores a 5.5 son desfavorables para bacterias importantes y en combinación con otros factores, como temperatura baja, pueden prevenir el desarrollo bacteriano. (Véase Capítulo I; Bioquímica y Tecnología de la Carne).

1.1. Como consecuencia del desarrollo microbiano se puede producir **deterioro** del alimento y/o **riesgo** para la salud del consumidor debido a la presencia de microorganismos patógenos.

En el caso de la carne propiamente tal, con excepción de la superficie externa y de los tractos intestinal y respiratorio, los tejidos normales de animales sanos contienen pocos microorganismos como resultado de los mecanismos de defensa del animal vivo, de modo que el músculo en sí es prácticamente estéril. Durante el faenamiento, procesado, almacenamiento y distribución la carga microbiana de la carne puede aumentar por quedar expuesta a fuentes de contaminación tales como:

- contacto con vísceras y despojos, contenido estomacal o intestinal;
- contacto con pelos (o lana), piel o leche de las ubres del animal;
- equipos de procesamiento;
- manipulación (manos y ropa del personal);
- aire ambiental;
- agua de lavado.

Los microorganismos más frecuentemente aislados de carne fresca son:

- **microflora saprófita** (alterante): Acinetobacter, Aeromonas, Alcaligenes, Flavobacterium, Moraxella, Pseudomonas, Enterobacteriaceae, Micrococcus sp., Staphylococcus sp., Streptococcus (fecales), bacterias ácido-lácticas, Microbacterium, Cladosporium, Sporotrichum, Thamnidium, Mucor, Penicillium, Torulopsis, Rhodotorula y Trichosporum.
- **microflora con carácter patógeno**: Staphylococcus aureus, Clostridium perfringens, Salmonella, Escherichia coli patógenos, Virus entéricos. Clostridium botulinum y Yersinia enterocolitica (15).

La alteración producida por el desarrollo microbiano puede manifestarse en la superficie de la carne por una exudación mucosa, blanca o amarillenta constituida por una acumulación de bacterias o levaduras o la aparición de un color verdoso en forma de núcleo o anillos. Así el *Lactobacillus viridescens* produce color gris-verdoso, con formación de peróxido de hidrógeno, el cual oxida a la mioglobina. Otras veces tiene lugar una acidificación, acompañada de una decoloración grisácea.

DEFECTOS Y SUS CAUSANTES MICROBIANOS EN CARNE Y SUS PRODUCTOS

PRODUCTO	DEFECTO	MICROORGANISMO
Carne fresca (refrig. 0°-5°C.)	Olor desagradable, limosidad y decoloración.	Pseudomonas, Moraxella, Acinetobacter, Alteromonas, Alcaligenes, Leuconostoc, Lactobacillus y Levaduras.
	Lipólisis Puntos negros, puntos blancos.	Pseudomonas, Levaduras. Hongos (Penicillium, Cladosporium).
Carne fresca (15°-40°C).	Hueso fétido, gas, olor desagradable.	Clostridium perfringens, Clostridium histolyticum, Clostridium spomgenes.
Carne envasada al vacío.	Acidez y limosidad	Bacterias ácido lácticas
	Abombada	Pseudomonas, Bacillus, Entombactenas.
Tocino	Acido, rancidez	Micrococcus
	Decoloración	Hongos
	Sabor ácido	Bacterias ácido lácticas
	Putrefacción	Micrococcus, Clostridium sporogenes.
Jamón	Limo	Micrococcus, Levaduras
	Decoloración verde	Lactobacillus
	Acido	Leuconostoc
	Putrefacción	Clostridium
Salchichas	Superficie mohosa	Hongos
	Limo	Psicrófilos, Levaduras, Micrococcus.
Embutidos fermentados	Enverdeamiento	Lactobacillus, Lactobacillus viridescens, Leuconostoc.
	Limo	Levaduras
Enlatados comercialmente estériles.	Manchas negras u otro color	Hongos
	Gas y putrefacción	Bacterias esporuladas, Bacillus y Clostridium.
Semiconservas	Acidez, decoloración	Streptococcus
	Gas , putrefacción	Bacillus, Clostridium.

Extractado de Frazier, W.C.(14).

Adecuadas medidas contra estos deterioros son, sin duda, un buen saneamiento a todo nivel (por ej: aire filtrado en las áreas de elaboración y almacenamiento) y eventualmente la preservación del producto, higiénicamente apto, mediante la aplicación de antisépticos autorizados.

1.2. Los diferentes procesos utilizados para la preservación van modificando la flora contaminante inicial de la carne fresca (16). Así, el **tratamiento térmico** destruye las células vegetativas de los microorganismos alterantes y la mayoría

de los patógenos. **A** medida que va aumentando la temperatura (o el tiempo) del proceso, menor **será** el número de microorganismos sobrevivientes.

El **proceso de curado**, realizado en forma adecuada, controla la flora alterante normal, inhibe el desarrollo de microorganismos patógenos, junto con cambiar la apariencia y de dar las características organolépticas propias a este tipo de productos.

Los problemas microbiológicos de la carne fresca son totalmente diferentes de aquellos de las carnes desecadas, curadas o cocidas:

- En **carnes frescas** el problema es causado por microorganismos adaptados a niveles altos de a_w , mayoritariamente bacterias alterantes.
- En **carnes deshidratadas** habrá predominio de flora adaptada a niveles bajos de a_w (hongos principalmente).
- En **carnes curadas** hay predominio de microorganismos sal-tolerantes, especialmente *Micrococcus* y *Lactobacillus*.
- En **carnes calentadas o cocidas**, curadas o no, **se** va a producir selección de cepas **termo-resistentes**, que van a ir predominando, y que inicialmente están en minoría. Mientras más estricto es el proceso, mayor estabilidad se confiere el producto.

2. De las **ZONOSIS PARASITARIAS** producidas por vermes se describirán sólo las que en forma directa o indirecta **se** transmiten al hombre por consumo de carnes o productos cárneos de mamíferos.

2.1. TRICHINELLOSIS (TRIQUINOSIS) (88, 89). Infección producida por *Trichinella spiralis*, nemátodo pequeño (las hembras miden hasta 4 mm de largo y los machos la mitad), que se localiza al estado adulto en los intestinos delgados de numerosos carnívoros y al estado larvario se presentan enquistadas en la musculatura estriada de ellos.

Se describen cerca de **50** especies de carnívoros como huéspedes naturales, siendo los más importantes los roedores, hombre, cerdo, perro, gato, lobo y zorro. La transmisión del parásito de un huésped a otro se produce por la ingesta de carnes o sus subproductos crudos o semicrudos que presentan larvas **enquistadas** vivas.

Medidas de control de la Triquinosis (90):

Las infecciones del **cerdo** pueden prevenirse con medidas higiénicas de crianza, incluyendo entre ellas, porquerizas aseadas, control de roedores, prohibición de crianza en basurales y en especial no alimentar a cerdos con restos de carnes crudas.

Las infecciones del **hombre** pueden **controlarse** bajo diversos aspectos:

- a) Educación de la población en el sentido de consumir la carne de cerdo bien cocida;
- b) Beneficiar los cerdos en mataderos autorizados para que de ese modo se les realice inspección triquinoscópica. Para ello, se hacen pequeños cortes a los pilares del diafragma, se comprimen contra láminas de vidrio para hacerlos más transparentes y se observan a microscopio y fototriquinoscopio. En Chile es obligatorio estudiar 8 cortes por animal en forma rutinaria;
- c) Tratamiento de las carnes. El ahumado y la salazón tienen poco o ningún efecto destructor. El frío mediante congelación brusca es lo más indicado, siempre que la industria resuelva la posibilidad de congelación en gran escala y en forma económica. A 15°C se requieren 20 días para la destrucción de las larvas, pero esto afecta la calidad de las carnes. Por eso es que debería emplearse la congelación rápida (-37°C) mediante la cual bastan sólo 2 minutos para la destrucción de las larvas. Otro método de tratamiento de carnes, y muy efectivo, es la irradiación mediante cobalto radioactivo.

2.2. **TENIASIS DO S** son las tenias de *gran* tamaño (3 a 11 m de largo) que se encuentran parasitando el intestino delgado del hombre: *Taenia solium* y *Taeniasaginata*. El hombre se infecta al consumir en forma cruda o semi-cruda carne de los huéspedes intermediarios de estas tenias; el cerdo y el vacuno. La carne presenta los estados larvarios que se conocen con el nombre de *Cysticercus cellulosae* del cerdo y *Cysticercus bovis* del vacuno.

Estas tenias se conocen vulgarmente como “lombriz solitaria”, lo cual es un error ya que puede haber más de un ejemplar coexistiendo. La diferencia principal entre ellas está dada por la existencia de una corona de ganchos en el rostellum del escolex de *T. solium* y la ausencia de ellos en *T. saginata*. Al actuar el hombre como huésped intermediario de la *T. solium* puede sufrir la cisticercosis con eventual localización de los cisticercos en el cerebro o el ojo (7).

La prevención de la teniasis en el hombre se realiza inspeccionando los cerdos y vacunos en los mataderos. Se hacen cortes en los músculos anóneos de los cerdos y maseteros de los vacunos y se observan para comprobar la existencia o no de vesículas. En vacunos es recomendable incluir en esta detección también lengua, cuello, diafragma, muslos y músculos crurales.

Medidas de control de la Teniasis (90):

- 1) Crianza de cerdos y vacunos en buenas condiciones higiénicas manteniendo al personal que labora en esos predios libres de teniasis.
- 2) Control de matanza de los animales en mataderos.
- 3) Educación sanitaria.

- 4) Consumo de carne de cerdo y de vacuno bien cocida y en **trozos** pequeños, 50°C por 20 minutos es suficiente para destruir los cisticercos.
- 5) Congelar la carne en lugares donde sea posible a -10°C por **4** días, lo que permite la destrucción de los cisticercos. **Otros** indican esta temperatura a lo menos por **2 semanas**, en especial para destruir *C. bovis*.
- 6) irradiación de carnes.
Ahumado y salazón no son suficientemente seguros. El **jugo** de limón **tampoco** tiene efecto (91).

IV. CALIDAD DE LA CARNE Y PRODUCTOS CARNICOS

Prof. Julia Vinagre L.

El concepto de calidad no se interpreta generalmente como sinónimo de excelencia o requisito máximo que podría lograrse para un alimento, sino más bien como un nivel medio, aceptable desde el punto de vista económico, nutritivo y organoléptico.

La calidad de un producto cárnico, al igual que para cualquier alimento, corresponde a un conjunto de características que diferencian unidades individuales del producto y que determinan el grado de aceptabilidad de esa unidad por parte del consumidor. Para mantener constante o uniforme la calidad de productos cárnicos se requiere que **se** elaboren las especificaciones correspondientes para materias primas o ingredientes de formulación, para los procesos tecnológicos a aplicar, para el producto final y para las condiciones de almacenamiento y distribución. Se considera que un producto es de calidad cuando se ha logrado cumplir todas las especificaciones, dentro de ciertos límites o tolerancias (17).

Le corresponde a la gerencia de una industria cecinera decidir el nivel o grado de calidad que desea elaborar y será responsabilidad de producción, control de calidad y venta adecuar las especificaciones al nivel programado. El departamento de control de calidad, o la persona responsable de esta función deben velar por mantener la calidad dentro de este grado o nivel preestablecido, pero minimizando los costos.

La calidad y su control afectan a la economía de la empresa de dos modos fundamentales: en primer lugar incide sobre los ingresos, porque con mejor calidad la industria puede asegurarse mayor participación en el mercado, precios más firmes, mayor porcentaje de ofertas aceptadas; este efecto sobre los ingresos **se** conoce como **valor de la calidad**. En segundo término hay que considerar el **costo de la calidad**, debido a que cuesta dinero cimentar la calidad, controlarla, pagar por los fracasos. Es necesario encontrar el justo equilibrio entre el costo de la calidad y su valor, tarea que no es tan fácil de realizar (18).

El control de la calidad en toda industria debe ser un proceso integral o total

de inspección, análisis y acción, realizado desde la adquisición de la materia prima, durante el proceso tecnológico de fabricación, en el producto final obtenido, en su etapa de almacenamiento y distribución.

Este proceso dinámico de control total de calidad, que abarca todo el circuito que involucra la fabricación, es lo que se conoce como seguro o garantía de calidad (Quality Assurance). Este control total de la calidad es un conjunto de esfuerzos efectivos de los diferentes grupos de la organización industrial, para la integración del desarrollo, del mantenimiento y de la superación de la calidad de un producto, con el fin de hacer posible la fabricación y servicio a satisfacción del consumidor y al nivel más económico (19).

Establecidos estos principios básicos de la calidad y su control a nivel industrial se resume a continuación el control a realizar en fábricas de cecinas.

Etapas a controlar en una industria cárnica

1. Recepción:

Se deben tener escritas las instrucciones (especificaciones) para materias primas (carne, sal, aditivos, especias, condimentos), tanto para los proveedores como para los operarios que realizarán la inspección. La inspección debe controlar descomposición, infestación, mal manejo, o cualquier defecto que haga no apta la materia prima para el uso deseado.

En relación a los productos cárnicos, es muy importante la selección de la carne a utilizar, de acuerdo al tipo de producto que se desea fabricar. Para realizar esta selección se deben conocer las siguientes propiedades de la carne que inciden en su calidad como materia prima para fabricar cecinas:

1.1. Carga microbiana: El grado de contaminación microbiana de la carne es vital para la obtención de un producto final que no constituya un riesgo para la salud del consumidor, especialmente si el producto cárnico se expende crudo. Se recomienda seleccionar a los proveedores realizando los controles microbiológicos necesarios a la carne empleada como materia prima (20).

La industria no sólo debe preocuparse de la calidad microbiológica de las materias primas sino también de la higiene y sanitización de la fábrica, para lograr así partir con una carga microbiana reducida. Además de las buenas prácticas de limpieza se requiere crear la conciencia de la importancia de la higiene y limpieza de los equipos en el personal (21).

1.2. Capacidad de retención de agua: Corresponde al porcentaje de agua que la carne es capaz de retener cuando se le somete a la acción de fuerzas externas (operaciones de cortado, presión, tratamiento térmico).

Las proteínas de tipo miofibrilar son responsables del 70% de fijación de agua, las sarcoplasmáticas 20% y el tejido conectivo 10%.

Las proteínas musculares o contráctiles de la carne son compuestos altamente cargados eléctricamente que atraen y mantienen en su superficie moléculas de agua. Después de sacrificado el animal y durante el desarrollo del “rigor mortis” la acidez del músculo aumenta. Al no quedar cargas libres para atraer el agua se produce una liberación de ella y la carne pierde lentamente su capacidad de retención, alcanzando su mínima expresión en el punto isoeléctrico (pH 5,3-5,5) (22).

Normalmente la carne bovina del animal recién muerto tiene un pH 6,4-7,0; sin embargo si aumenta su acidez (adición de ácido, descomposición bacteriana, glicolisis anaeróbica) baja su capacidad de fijación de agua.

El agua unida a la proteína muscular afecta la calidad comestible de la carne, su rendimiento, color y textura. En productos cárnicos cocidos o ahumados interesa desde el punto de vista económico el máximo rendimiento y por lo tanto la mayor capacidad de fijación de agua. Desde el punto de vista de la calidad de la cecina, un embutido cocido o escaldado, preparado con carnes de bajo poder de retención de agua, se presenta reseco, de aspecto desagradable, poco untuoso, probablemente con zonas coloreadas, sin liga y de difícil aceptación por el cliente (23).

La carne proveniente de animal recién sacrificado es la más apropiada para elaborar un embutido, que será, en alguna de sus etapas de fabricación, sometido a la acción del calor. En la carne recién sacrificada la actomiosina, formada en el proceso de destrucción del ATP, da origen a una “estructura cerrada” no abierta, poco apta para absorber agua. La acción del frío, de la sal y de los fosfatos retrasa la formación de actomiosina, por detención del proceso de desnaturalización del ATP, responsable de la combinación de la miosina y de la actina.

En la práctica, se suele picar o trozar la carne del animal recién muerto, antes que se forme la combinación actina-miosina, salarla con un 2,5% de sal común y congelarla rápidamente. Se logra así disponer en cualquier momento de la carne, con elevada capacidad de retención de agua, muy apta para elaborar embutidos escaldados o cocidos. Si ya se ha producido la rigidez cadavérica en la carne, caso muy frecuente en la industria cecinera, la adición de fosfatos alcalinos o neutros disocia el complejo actomiosina, recuperando así la carne su perdida capacidad de retención de agua. En países en los cuales no se autoriza el uso de fosfatos se emplea sales alcalinas sin fósforo, como el citrato trisódico.

Si se desea fabricar productos cárnicos madurados y secados se recomienda que la carne usada como materia prima posea baja capacidad de ligar el agua, para acelerar el proceso de secado. La carne debe estar madura y acidificada hasta pH 5,4-5,8 adquiriendo así la llamada “estructura abierta” en la cual las fibras musculares se retraen gracias al jugo cedido (24).

1.3. *Capacidad de ligazón*: Se denominan proteínas contráctiles de la carne a la

miosina, actina, tropomiosina y otras proteínas menores que se encuentran distribuidas en el interior de la célula muscular; se caracterizan por ser solubles en sal y coagular por el calor. Para dejar libres las proteínas contráctiles se procede a romper la membrana externa que envuelve la fibra muscular mediante cortado, molido, golpes o agitación mecánica (picado) y luego se solubilizan por adición de salmuera o sal. Estas proteínas, una vez extraídas y solubilizadas, forman una sustancia espesa (paso del estado “sol” al de “gel”) que ayuda a unir los trozos de carne de las cecinas y que en la etapa de cocción o escaldado del producto cárnico coagula ligando muy firme los componentes de la formulación (22).

1.4. Capacidad emulsionante: Es la habilidad de la carne de sostener la grasa y producir emulsiones estables.

Las carnes más apropiadas para formar emulsión son aquellas que poseen elevado contenido de proteínas contráctiles. Estas proteínas recubren o envuelven los glóbulos de grasa y al someter la emulsión a la acción del calor coagulan formando una especie de matriz rígida que atrapa cada partícula grasa. Si la cantidad de proteínas contráctiles es pequeña, en relación a la superficie de grasa a cubrir, los glóbulos grasos no cubiertos, o parcialmente envueltos, se separan de la emulsión en la etapa de calentamiento y se rompe la emulsión.

En formulaciones pobres de emulsiones cárnicas, es decir, con exceso de grasa, poca cantidad de fibras musculares y alta proporción de colágeno este último envuelve las partículas grasas, pero al calentar la emulsión el colágeno se transforma en gelatina, liberándose la grasa líquida que se separa.

1.5. Color de la carne. La proporción de mioglobina (véase Capítulo I: Composición y Bioquímica de la Carne) está aumentada en aquellos músculos de mayor actividad y por lo tanto mayor demanda de oxígeno; varía además según la especie y edad del animal: es unas 3 veces mayor en la de vacuno que en la de cerdo y animales más viejos presentan un pigmento más oscuro (25) y su carne es más compacta y seca, apropiada para embutidos crudos madurados.

2. PROCESO:

Se deben controlar y anotar los pesos de los componentes de las formulaciones, la temperatura ambiental y aquellas alcanzadas durante los procesos y al final de la etapa de cocción y escaldado; esta última debe ser medida en el punto de calentamiento más tardío de la cecina que corresponde a su centro geométrico.

En los procesos de inyección de salmuera, de pesaje de ingredientes para formulaciones, de controles de peso neto y de peso bruto se pueden aplicar gráficas de control estadístico de calidad por variables (\bar{x} R) estableciendo los

límites superior e inferior y dejando el registro de datos a cargo de operarios responsables.

El tiempo y la temperatura se deben anotar en las etapas de cocción, ahumado, curado, cutter, mezclado y enfriado; también es conveniente determinar la capacidad operacional de cada equipo.

3. ENVASADO Y ROTULADO:

Debe revisarse el vacío de los envases. (en cecinas enlatadas) controlar el peso neto y estadísticamente controlar variaciones de peso. Es conveniente revisar la codificación y datos del rotulado y verificar el cumplimiento de normas de rotulado.

La temperatura de la pieza de envasado ha de mantenerse baja y uniforme, como asimismo del lugar de almacenamiento del producto terminado.

4. PRODUCTO TERMINADO:

El control de calidad de los productos cármicos terminados, ya sea a nivel de industria o de laboratorio oficial de control, tiene por finalidad determinar si cumplen con las disposiciones legales vigentes. A la industria le interesa además comprobar el mantenimiento de la calidad de sus productos, o sea, la uniformidad de fabricación (26, 27).

Los controles de calidad en el producto terminado comprenden los siguientes parámetros:

4.1. Calidad sanitaria: Los controles para evaluar la calidad sanitaria contemplan todos aquellos aspectos relacionados con la protección de la salud del consumidor y por lo tanto son regulados por las legislaciones de carácter obligatorio existentes en cada país. Todas las reglamentaciones consideran la calidad sanitaria como un requisito básico que debe ser cumplido satisfactoriamente, cualquiera sea el producto cármico. Se incluyen dentro de este control sanitario: estado microbiológico, presencia de aditivos no permitidos, nivel de residuos de contaminantes. Dentro del control de los aditivos permitidos interesa cuantificar los aditivos residuales.

4.2. Calidad sensorial: Es indudable que las características organolépticas de una cecina influyen en gran medida en el consumidor. La calidad sensorial es factor decisivo para decidir la adquisición de un producto cármico y por lo tanto los atributos sensoriales deben ser controlados a nivel industrial, si se desea mantener y/o aumentar el mercado.

Interesa evaluar organolépticamente factores externos del producto tales como su uniformidad y presencia de defectos aparentes (grietas, sedimento de grasa, gelatina). El color del producto no debe presentar defectos tales como

partes incoloras o anormales (verdes, amarillas). Grasa y tabiques aponeuróticos desmerecen sensiblemente la calidad organoléptica del producto y es un indicio de descuido en la etapa de selección o de limpieza de la carne empleada como materia prima. En cecinas a base de carnes picadas, la uniformidad del tamaño de los **trozos**, el reparto del producto, la nitidez del corte orientan acerca del cuidado o nivel tecnológico del proceso de fabricación (28). (Véase Análisis Sensorial en el Capítulo X: Análisis de la Carne y sus derivados).

4.3. **Calidad nutritiva:** Interesa conocer la composición centesimal del derivado **cárnico**: humedad, proteínas, grasas y cenizas. De las determinaciones recién señaladas el contenido de proteínas es determinante para evaluar la calidad nutritiva de la cecina, debido a la importancia de su presencia en una correcta dieta alimenticia.

4.3.1. Parámetros para evaluar el contenido de carne: La necesidad de evaluar el contenido de carne radica en que el aporte nutritivo de las cecinas lo constituye principalmente sus proteínas de origen animal, debido a su elevado valor biológico. Para esta evaluación se han establecido diversos parámetros basados en: a) determinación de nitrógeno proteico, b) determinación de humedad, c) determinación conjunta de nitrógeno proteico y humedad. (Véase Capítulo **X**: Análisis de la Carne y sus derivados).

V. APLICACION DE ADITIVOS PRESERVADORES Y TEXTURIZANTES EN LA INDUSTRIA DE PRODUCTOS CARNICOS

Se entiende por "preservación" de un alimento perecible su protección anticipada contra el deterioro: v por "textura" a aquella propiedad que se aprecia por el tacto, la mano v la cavidad bucal.

I. ANTISÉPTICOS O PRESERVADORES EN ALIMENTOS CÁRNICOS

- La actual preparación industrial de alimentos;
- los actuales hábitos de alimentación;
- las mayores exigencias del consumidor con respecto al valor sanitario, sensorial y nutritivo de los alimentos;
- el deseo de consumir alimentos provenientes de regiones aisladas;
- todas estas circunstancias exigen alimentos de estabilidad suficiente.

De allí la importancia de los progresos habidos en la tecnología alimentaria, entre cuyas herramientas útiles está también la aplicación adecuada de antisépticos y antioxidantes inofensivos.

En oposición a los agentes de desinfección, las sustancias preservadoras, permitidas para alimentos, tienen un efecto **bacteriostático**, es decir, inhiben su desarrollo, sin destruirlos (bactericidas). Por lo tanto, no pueden aplicarse a un alimento que ya **se** encuentra muy contaminado y la concentración mínima en que actúan depende de una serie de factores: propiedades del alimento, sus condiciones de pH, contenido y clase de gérmenes, envase y almacenamiento. Se usan especialmente los siguientes:

1.1. Ácidos benzoico y sórbico. Por su mayor solubilidad en agua se aplican, a menudo, en forma de sus sales: benzoato de sodio y sorbato de potasio; pero debe liberarse entonces el ácido benzoico o sórbico en medio ácido, pues sólo ellos constituyen el agente activo.

El ácido benzoico y sórbico actúan a través de su parte no disociada, la cual debe atravesar la pared celular del microorganismo. Así, el pH debe presentar una acidez de por lo menos **5** en el ácido benzoico y de **6** en el sórbico, pues la

acidez repela la disociación de estos dos conservantes (véase Figura 1).

Mezclas de ácidos benzoico y sórbico (o sus sales) como ser en la proporción 2 + 1 ó 1 + 1 pueden ser también útiles.

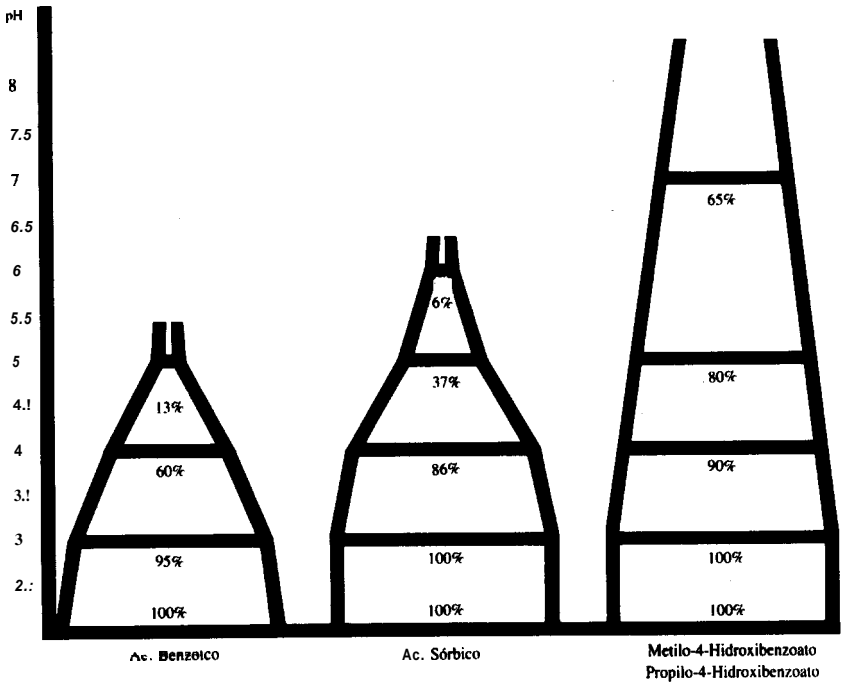


FIG. 1: ACCION ANTIMICROBIANA/VALOR pH

Como el ácido sórbico no actúa sobre los microorganismos de la fermentación láctea, su uso está indicado en alimentos que la requieren, como las verduras fermentadas (choucroute, pepinos, porotitos verdes, cebollitas).

Para combatir la tendencia de derivados cárneos de *enmohecerse por fuera* se pueden aplicar estos antisépticos, especialmente el *sorbato de potasio*, en la superficie. Para este objeto se pueden someter, por ejemplo, las salchichas *antes de su maduración* por inmersión en soluciones acuosas del 5 hasta el 20% de sorbato, inmediatamente después del llenado de las tripas. Durante la maduración, como también por el humo en caso de aplicarse éste, se libera el ácido sórbico activo a partir de su sal debido a la acidificación del medio. Como el ácido sórbico, en oposición al sorbato, es liposoluble, puede penetrar también en la parte grasa. La maduración no es influenciada por este proceso de conservación.

Aquellos productos cárneos que se tratan con solución de sorbato por inmersión o también pulverización *después de su elaboración final* deben secarse bien, antes de su empaque.

Es posible volver a usar los baños de inmersión, guardándolos, en el intertanto, en el refrigerador; pero si aparece una coloración oscura conviene proceder a un cambio de baño.

1.2. **Esteres del ácido p-hidroxibenzoico**, pudiendo ser ésteres etílico, etílico o propílico. Su acción antimicrobiana y su liposolubilidad aumentan con el largo de la cadena del radical alcohólico, pero su hidrosolubilidad disminuye, por lo cual se usan también en forma de sus sales sódicas.

Estos ésteres poseen un espectro de acción antimicrobiana, bastante independiente del pH, pudiendo variar éste en el amplio margen de 4 a 8. Por *mezcla* de ésteres etílico y propílico puede lograrse también una acción aditiva, por ejemplo de **60-70%** del éster etílico con 40-30% del propílico. Esta mezcla puede ser también útil en presencia de emulsionantes como monoglicéridos, lecitinas y proteínas que podrían disminuir su actividad antimicrobiana al combinarse parcialmente con estos ésteres a causa de su grupo fenólico.

Es fundamental la distribución homogénea del agente de conservación, por lo cual debe incorporarse con precaución:

a) En **medio acuoso**. Si el producto contiene una *cantidad tal de agua* que asegure la disolución y con ello una distribución homogénea durante la elaboración, los preservadores pueden agregarse al estado de polvo, directamente. También se puede separar una parte del agua necesaria para la elaboración del producto y disolver en ésta los ésteres bajo calentamiento, evitando, eso sí, que éste sea demasiado prolongado.

Es fundamental tomar en cuenta que los ésteres podrán disolverse en la parte acuosa del alimento sólo en la proporción que corresponde a su solubilidad. También al usar las *sales sódicas* en un medio ácido o acidulado volverá a precipitar aquella porción que sobrepase su límite de solubilidad. Esto rige especialmente para el éster propílico, difícilmente soluble en agua. Por este motivo *se* aplica preferentemente al éster propílico o su sal sódica para conservar alimentos acuosos siempre en mezcla con el éster etílico o su sal sódica. En una combinación de 70% del éster etílico con 30% del éster propílico (como ya se ha indicado) las proporciones están calculadas en tal forma que al aplicar las cantidades máximas permitidas la cantidad incorporada se encuentra dentro del límite de su solubilidad.

b) En **medio graso**. Si el alimento que se elabora incluye grasa, aceite o alcohol, los ésteres pueden disolverse en estos componentes, tomando en cuenta las solubilidades indicadas. La incorporación de soluciones alcohólicas en un medio acuoso debe *hacerse bajo fuerte agitación* para evitar precipitacio-

nes en la parte donde cae el líquido, pues éstas se redisuelven sólo con dificultad. Además, esta agitación asegura la distribución homogénea.

En el caso de emulsiones es conveniente proteger tanto la fase grasa como la acuosa con el agente de conservación. Soluciones *previas en alcohol* no deben sobrepasar el **10%** en el éster metílico y el **5%** en el propílico.

La aplicación exclusiva de éster propílico sólo está indicado en alimentos ricos en grasa o aceite por ser muy liposoluble.

También pueden ser útiles mezclas, a dosis menores, de los ácidos benzoico y sórbico **con** p-hidroxibenzoatos para ampliar el espectro de actividad antimicrobiana. **En** este contexto, las dosis menores pueden tener la ventaja de evitar interferencias de *sabor* en algunos productos alimenticios sensibles: mientras el ácido benzoico tiene, en mayores cantidades, un sabor picante, el ácido sórbico es de sabor ligeramente ácido **y** los p-hidroxibenzoatos tienen un sabor algo anestésico; el benzoato de sodio presenta un sabor dulzaino-astringente y el sorbato de potasio, uno propio.

El actual Reglamento Sanitario de los Alimentos (9) permite una concentración en el producto terminado que no sea superior a 1 g/kg de ácidos benzoico, sórbico o ésteres del ácido p-hidroxibenzoico y sus sales y de 2 g/kg de sorbato. En caso de mezclas, la *suma* de las concentraciones empleadas no podrá ser superior a la concentración máxima autorizada para aquel aditivo al cual se le ha fijado la concentración más baja (por ejemplo, 1 g/kg de la mezcla de benzoato y sorbato).

2. ANTIOXIDANTES EN ALIMENTOS CÁRNICOS

Como es sabido, la rancidez, alteración tan peculiar de lípidos y alimentos que los contienen, puede ser principalmente de dos tipos:

La *rancidez biológica*: en grasas hidratadas, conduciendo a lipólisis y

La *rancidez oxidativa*: autooxidación de ácidos grasos no saturados, en presencia de factores pro-oxidantes: humedad, luz, calor, superficie, metales. (Para mayores detalles véanse referencias 5 y 6).

La carne y **sus** derivados pueden sufrir dos procesos de oxidación que les causan cambios desfavorables de color: rancidez de su grasa y oxidación de su pigmento hem (véase Capítulo I: Bioquímica y Tecnología de la Carne).

Los antioxidantes captan, ya en el período de inducción, el oxígeno o los radicales libres, causantes de la rancidez oxidativa.

Requisitos de un antioxidante autorizado para alimentos:

- Carecer de acción tóxica o interferente (tiourea, NDGA);
- Ser liposoluble (distribución homogénea, con emulsionante y sinergista);
- No modificar los caracteres organolépticos del alimento;
- Actuar en pequeñas cantidades (0,1 a 0,5 g/kg);

- e) Conservar su acción, aun al calor intenso: “carry through” (porejemplo, en hojuelas de papas, galletas); y
- f) Su aplicación antes de iniciarse la autoxidación (1. Peróxidos: < 5).

Antioxidantes permitidos. (Reglam. San. Alimentos) (9):

Galatos de propilo, octilo o dodecilo y Niacina: hasta 0,1 g/kg.

BHA, BHT, y Butilhidroquinona terciaria (TBHQ) y Tocoferoles: hasta 0,2 g/kg.

Acido ascórbico e isoascórbico y sus sales sódicas, palmitato y estearato de ascorbilo: hasta 0,5 g/kg.

Sinergistas o Secuestrantes para antioxidantes:

Acidos fosfórico, cítrico y tartárico; citratos de mono-isopropilo, de mono-glicerilo; etilendiaminotetra-acetatodihidrógeno disódico (EDTA) (hasta 0,25 g/kg).

Estos sinergistas potencian la acción del antioxidante y contribuyen a regenerar el antioxidante oxidado, al catalizar su paso al estado reducido con formación de un sistema Redox.

3. EMULSIONANTES Y ESPESANTES EN ALIMENTOS CÁRNICOS

En cuanto al origen etimológico de la palabra “textura”, se deriva de la voz latina *texere* = tejer, al definirla como “la disposición y orden de los hilos de una tela”. Otra definición de la Real Academia Española del campo de las Ciencias Naturales se refiere a la “disposición que tienen entre sí las partículas de un cuerpo”, la que ya se aproxima más a lo que entendemos en tecnología de alimentos como “textura”: la propiedad de un producto alimenticio, relacionada con consistencia, viscosidad y aspecto y que se aprecia por el tacto, la mano y las diferentes partes de la cavidad bucal. Los aditivos que pueden influir en la textura de productos cárnicos son los emulsionantes y espesantes, además de las enzimas proteolíticas para su “tenderización”.

3.1. **Emulsionantes:** En el caso particular de la Cecinería, un embutido representa desde el punto de vista físico-químico un complejo sistema de sus componentes, o sea: Sales y proteínas hidrosolubles que forman solución molecular; Proteínas musculares de la carne que se encuentran al estado de gel; Partículas de tejido muscular y grasa que están en suspensión; y Grasa libre: al estado de emulsión.

En cecinas, las proteínas y el agua de las mezclas de carne forman una matriz que encapsula la porción grasa y al calentarse la proteína, coagula y puede sostener en forma rígida los glóbulos de grasa.

Pero si la estructura micelar de la carne se destruye por algún proceso

mecánico, como puede ser el tratamiento en el Cutter, la carne finamente dividida se comporta como un líquido viscoso y, en este caso, la adición de un **emulsionante** resulta altamente conveniente. Su función puede ser múltiple:

- mejora la capacidad de ligadura de sus componentes y con esto su resistencia al tratamiento mecánico;
- evita la separación de grasa y su paso a través de la envoltura o tripa;
- mejora los caracteres organolépticos generales del producto; y,
- retarda la pérdida de agua durante el almacenamiento.

Los emulsionantes usados como aditivos alimentarios pueden dividirse en dos grupos:

3.1.1. **Agentes rensiouctivos** que disminuyen la tensión interfacial, siendo capaces de formar **sistemas finamente dispersos** a partir de fases no miscibles. Pueden mencionarse los siguientes:

Lecitinas, a la vez emulgentes y humectantes, al mantener un nivel deseado de humedad.

Alcoholes polivalentes, como glicerina, manitol y especialmente sorbitol muy eficaz como higroestático o estabilizador de humedad, la cual queda retenida frente a las variaciones del medio ambiente. Fuera de su aplicación al 3-6% de solución acuosa de sorbitol al 70% como agente de reblandecimiento en alimentos azucarados, protege salsas, mayonesas y pastas contra la desecación y retarda el envejecimiento de productos de panadería (5).

En **cecinería** la incorporación de solución acuosa de sorbitol al 70% a la masa **cárnea** tiene aplicación para evitar el chisporroteo de vienas, calentadas a la parrilla; debido a su poder higroestático. Además la adición de sorbitol (p. ej. un 20% de su solución acuosa al 70%) al caldo salino de mantención de las tripas naturales, eventualmente junto con un 1% de citrato de sodio (en el salado seco) permite mantener las tripas flexibles por hinchamiento; en las de cerdo se substituye el citrato por ácido láctico.

Como emulsionante el sorbitol suele asociarse también a otros aditivos que tienen este efecto, como los **Mono-** y **Diglicéridos** y sus ésteres con los ácidos acético o cítrico, aportando este último todavía su poder secuestrante frente a metales.

3.1.2. **Sales de uniones más o menos complejas**, como citratos, lactatos, gluconatos y especialmente **Fosfatos** que actúan como complejantes por quelación (fosfatos-orto) o como intercambiadores iónicos (polifosfatos).

En productos **cárneos** se usan: ortofosfatos mono-, di- y trimetálicos; di- o pirofosfato de sodio: $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ o de potasio: $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (más soluble); di- o pirofosfato ácido de sodio: $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$; y tri-polifosfato de sodio: $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$.

Mientras que estos polifosfatos son compuestos definidos con estructura cristalina, aquellos de mayor peso molecular son mezclas amorfas de polifosfatos de diferente longitud de cadena según sus condiciones de preparación. Los más usados son los metafosfatos: $(\text{NaPO}_3)_x$, especialmente el hexametafosfato y la llamada **Sal de Graham (5)**.

En cecinas puede usarse, por ejemplo, una mezcla de tripolifosfato y hexametafosfato; también se usa el di- o pirofosfato, siendo más soluble la sal de potasio. Se usan en cantidades de 0,3 a 0,5% y al agregarlos junto con la salmuera conviene disolverlos en el agua antes de la sal por la menor solubilidad de los fosfatos. Además los fosfatos, por su carácter de tampones, pueden evitar una acidificación posterior de la salmuera.

Al disociar la actomiosina en sus componentes proteicos: actina y miosina, todos estos fosfatos facilitan la solubilización por extracción de las proteínas miofibrilares de la carne; con esto los fosfatos proporcionan al producto cárneo las siguientes ventajas:

- un aumento de la terneza y de la ligazón;
- una mayor retención de agua que queda embebida por las proteínas;
- un mejoramiento de la emulsión grasa; y
- una aceleración del proceso de curado.

3.2. Espesantes. Se trata de sustancias macromoleculares que por su estructura filiforme o reticular son hidrocoloides, siendo solubles en agua o hinchándose a su contacto y formando geles, en los cuales el componente sólido, de matriz reticular, retiene el componente líquido. Se diferencian de los emulsionantes por no poseer en sus moléculas grupos hidrofílicos y lipofílicos que entran en juego (lecitinas). El efecto de un espesante depende, a menudo, del método de su incorporación, del agua o del componente del alimento, rico en agua, de la temperatura y de la velocidad de agitación.

En productos cárneos, como embutidos, jamones, carne de cerdo enlatada, los espesantes aumentan la viscosidad, prolongan el estado de frescura y con esto la capacidad de almacenamiento. La gelatina pierde su poder de gelificación por la temperatura de esterilización, pero los demás espesantes, como los derivados de algas marinas, no presentan esta sensibilidad al calor (alginatos, agar, carragen). En este sentido se usan también los espesantes derivados de la celulosa, teniendo, por ejemplo, la carboximetilcelulosa el efecto de evitar la separación de fases y de aumentar la firmeza al corte en los embutidos.

(Para mayores detalles sobre aditivos emulsionantes y espesantes véase: “Aditivos y Contaminantes” del mismo autor (5)).

4. ENZIMAS

La terneza de la carne depende de la cantidad de tejido conjuntivo del músculo y de su poder de hidratación, del contenido de grasa entre las fibras musculares y de la integridad de sus proteínas, debida a la actividad de sus enzimas propias, las catepsinas.

Durante el proceso de maduración de la carne que sigue al de rigidez cadavérica, las transformaciones autolíticas, debidas a la actividad de sus catepsinas, suministran a la carne de óptima calidad una textura blanda, jugosa, masticable y apta para la cocción y la digestión. Pero, como esta maduración suele ser prolongada, se puede acelerar mediante la adición de proteínas extrañas, de origen vegetal (papaína, bromelina, ficina) o microbiano (de hongos o bacterias); para aumentar así la terneza de la carne (meat tenderizer). Al atacar por proteólisis las fibras musculares y/o los componentes del tejido conectivo (colágeno, elastina) se logra un relajamiento de los enlaces peptídicos de las proteínas y, con ello, el ablandamiento de la carne.

Estos ablandadores de la carne pueden aplicarse espolvoreando la superficie de la carne con preparados enzimáticos secos o por inmersión o dispersión (spray) de soluciones acuosas de la enzima al 2-5%. (Para mayores detalles véase: "Enzimas en los alimentos" del mismo autor: 36).

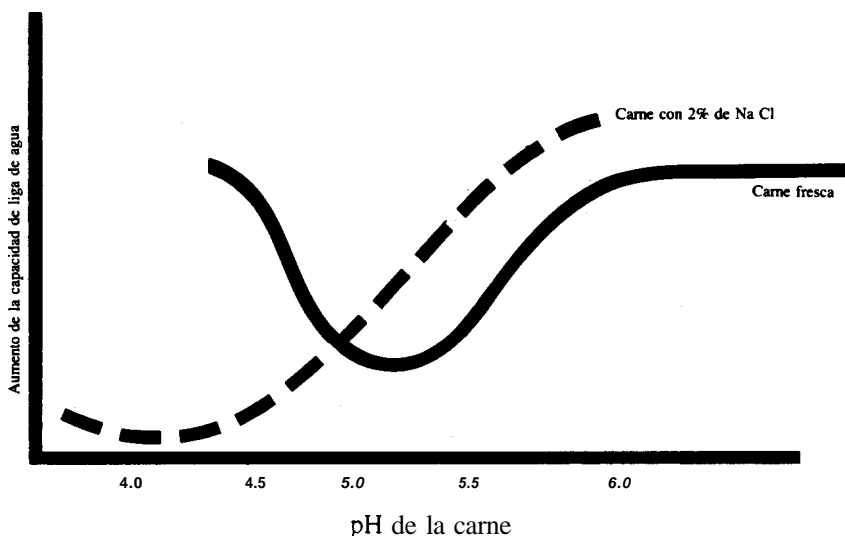


FIG. 2: INTERACCIÓN DE LOS IONES CLORURO DE LA SAL CON LOS GRUPOS POSITIVOS DE LAS PROTEÍNAS MIOFIBRILARES DE LA CARNE, TRASLADÁNDOSE EL PUNTO ISOELECTRICO HACIA VALORES MENORES DE pH (39).

VI. EL PROCESO DEL CURADO EN PRODUCTOS CARNICOS

*Prof. Julia Vinagre L.
Ing. Agr. Emilio Castro C.
Dr. Hermann Schmidt-Hebbel*

Según el Diccionario de la Real Academia Española: "hablandose de las carnes y pescados, curar es prepararlos por medio de la sal, el humo etc. para que se conserven por mucho tiempo". Considera como Cecina o Chacina a la carne salada y seca.

El proceso de curado, aplicado a los productos cármicos, tiene por finalidad prolongar la conservación de la carne y desarrollar aroma, color, sabor y textura característicos de cada cecina.

Para lograr estos objetivos se realizan diversos tratamientos con sal, aditivos químicos, especias, fermentación bacteriana, ahumado y otros, con el fin de obtener un producto más atractivo al consumidor. Cada una de las sustancias agregadas en el curado cumple una misión especial.

Considerando el *estado físico de la sustancia curante* agregada, el proceso de la cura puede ser seco o húmedo (25, 29).

Curado seco es aquel en el cual la sal curante se adiciona al *estado sólido* y se apilan las piezas separadas por la sal curante. En el *Curado húmedo* se utilizan *soluciones* o salmueras de sal curante, que se inyectan al producto cármico o bien se le sumerge en la solución curante.

De acuerdo al *tipo de sustancia* curante aplicada y al *tiempo* dedicado al proceso de cura se puede distinguir entre curado lento y rápido, lo que dependerá del producto que se desea fabricar (34):

CURADO RAPIDO
(sal curante con nitrito)

Carne para embutidos crudos frescos, escaldados, cocidos, jamón cocido.

CURADO LENTO
(sal, nitratos y azúcar)

Carne para embutidos y productos cármicos de prolongado curado.

FUNCIONES DE LA SAL EN PRODUCTOS CÁRNICOS

- acentuante de sabor;
- preservativo, debido a tres efectos de la sal:
 - a) al aumentar la presión osmótica, el intercambio de sales por osmosis a través de la membrana celular y pérdida de agua determinan una plasmolisis o contracción del protoplasma celular, tanto de los tejidos como de los cuerpos bacterianos;
 - b) al rebajar la actividad de agua (a_w) de la masa de carne se inhiben microorganismos causantes de putrefacción y el medio se toma más selectivo para el crecimiento de bacterias que contribuyen al desarrollo de aroma y sabor;
 - c) al inhibir la actividad de las enzimas propias de la carne y también de los microorganismos, la sal favorece también la estabilidad del producto;
- **se** favorece la solubilización y extracción de las proteínas miofibrilares, ayudando así a una mejor ligazón y trabazón de las partículas del producto cárnico o a una mejor consistencia y facilidad de corte del producto final; (39). (Véase Fig. 2 de página 42);
- **se** favorece la retención de agua, cuando la sal está en un margen del **4-6%** (con más de **10%**, la carne no sólo deja de fijar agua, sino **se** produce pérdida de jugo celular);
- mientras menos de 5% de sal inhibe la oxidación, más de 15% puede ser pro-oxidante.

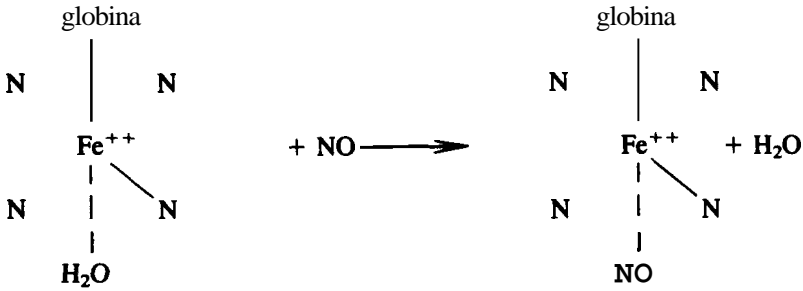
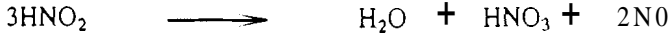
Son importantes las condiciones de *pureza de la sal empleada*; así, la presencia de metales pesados le daría una acción pro-oxidante (rancidez) y un exceso de calcio en la sal **causaría** dureza en el agua a emplear.

ACENTUANTES DE COLOR EN PRODUCTOS CÁRNICOS

El Reglamento Sanitario de los Alimentos, vigente en Chile desde **1982 (9)** prohíbe, en su **Art. 111**, el uso de colorantes artificiales (aunque sean los permitidos para otros productos alimenticios) a las carnes y pastas empleadas en la elaboración de cecinas. Sólo se permite usarlos para colorear exteriormente las membranas artificiales, siempre que no estén en contacto directo con el producto alimenticio y no se difunda su contenido (Art. 109).

Como *agentes de enrojecimiento de productos cárneos* **se** usan los siguientes para devolver a la carne empalidecida por la sal su color inicial:

1. **Nitritos** y **Nitratos**, asociados al **ácido ascórbico y/o** ascorbato de sodio, destinados a incrementar el desarrollo de color y aroma en productos cárneos y, a la vez, inhibir el crecimiento de gérmenes del género Clostridium. En el medio levemente ácido de la carne el nitrito agregado libera ácido nitroso, el cual se descompone en óxido nítrico (NO); este último forma entonces la nitroso-mioglobina de intenso color rojo:



En este caso, la molécula de agua unida en la mioglobina por la sexta ligazón del átomo central de hierro es reemplazada por el óxido nítrico (NO) formado en la etapa del curado de la carne.

La cantidad de óxido nítrico (NO) formada, dependerá de la cantidad inicial de nitrito, del pH del medio y de las condiciones de óxido-reducción, debido a los componentes reductores naturales de la carne.

El curado realizado con **nitrito de sodio** aprovecha las siguientes propiedades ventajosas de este aditivo:

- a) desarrollo de color de carne curada;
- b) desarrollo de aroma-sabor-textura de carne curada;
- c) propiedades antisépticas sobre determinados microorganismos como los del género *Clostridium* (*C. perfringens* y *C. botulinum*) y
- d) **retardo de la rancidez** que se atribuye a formación de complejo y estabilización del hierro en su estado ferroso. Se impide así la oxidación de Fe^{++} a Fe^{+++} en el grupo no proteico de la globina pues el ion férmico es un activo catalizador de reacción oxidativa y cataliza la rancidez de productos cárnicos, con el consiguiente deterioro de caracteres organolépticos.

Actualmente el uso de **nitratos** en el curado de carnes está limitado sólo a aquellos productos crudos, madurados por períodos prolongados y que se secan muy lentamente; de modo que los valores de actividad de agua (a_w), capaces de impedir el crecimiento de los gérmenes de la descomposición, son alcanzados relativamente tarde.

Esto explica que se autorice adicionar cantidades relativamente altas de nitratos, con el fin de asegurar que, inclusive, al final del proceso de maduración, quede nitrato residual como preservante.

Es así que el Reglamento Sanitario de los Alimentos (9) permite aplicar hasta **500 mg/kg** de producto terminado de **nitratos**. En cuanto a **nitritos** solos o en mezcla con nitratos la concentración residual no debiera sobrepasar los 100 mg/kg de producto terminado y expresados como nitrito de sodio. Además, la

adición de nitrito debiera hacerse **sólo** en mezcla con sal al 0,4%; algunas reglamentaciones aún obligan a colorear la "sal nitritada" para evitar confusiones con la sal común (30, 32).

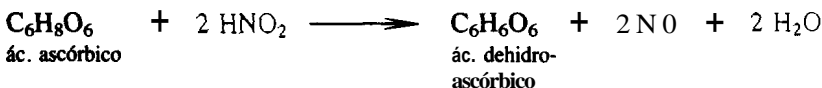
Para que se produzca el enrojecimiento típico del producto cáamico se debe transformar al nitrato (NO_3) en nitrito (NO_2). Esta reducción la realizan exclusivamente algunas bacterias específicas y es catalizada por sus enzimas (gérmenes del género *Micrococcus* y en menor proporción de *Streptococcus*, *Sarcinu* y otros).

Paralelo al desarrollo de bacterias reductoras, durante la maduración comienzan a proliferar bacterias acidolácticas hasta convertirse en flora predominante. La cantidad de ácidos producidos aumenta; ocasionando como consecuencia un descenso del pH inicial a valores de 5,2-5,0.

Este descenso de pH (a pH inferior a 5,5 se descomponen los nitritos), sumado a la acción reductora de microorganismos, conduce finalmente también a la producción de óxido nítrico (NO).

Pese a sus ventajas tecnológicas en la preparación de productos cáamicos los **nitritos** son motivo intenso de investigación y polémica debido a su posibilidad potencial de combinarse con aminas secundarias que se encuentran en forma natural en la **carne** para formar las peligrosas **nitrosaminas**, de propiedades cancerígenas, comprobadas experimentalmente (31, 33).

De esto se desprende la especial importancia que reviste el hecho que la adición simultánea de **ácido ascórbico** o de su sal sódica permite reducir la cantidad por aplicar de nitrito y/o nitrato. Su efecto se atribuye al hecho de favorecer la transformación del ácido nitroso en óxido nítrico (y con ello la formación de la nitroso-mioglobina) según la siguiente ecuación:



Las ventajas de la aplicación conjunta de ácido ascórbico o su sal con los nitritos y/o nitratos son las siguientes (33):

- desarrollo y estabilización del **color** en forma rápida y homogénea;
- estabilización del aroma por la acción **antioxidante** muy eficaz del ácido ascórbico remanente que queda en el producto, evitando a la vez el paso de la mioglobina a meta-mioglobina de color pardo y retardando así alteraciones de color;
- al aplicar **color** al producto, la nitroso-mioglobina, formada por acción conjunta del ácido ascórbico y el nitrito, **se** transforma en nitrosohemocromo, pigmento bastante estable, el cual imparte a las **carnes** procesadas el deseado color rojo uniforme;
- el ácido ascórbico permite reducir considerablemente el contenido de nitrito

en el producto terminado y con ello la formación de las peligrosas nitrosaminas; y
e) al acortarse el período necesario para la formación del color disminuyen los **costos de fabricación** y las pérdidas de peso durante la misma.

En **embutidos cocidos** o **escaldados** se recomienda la aplicación de 25-35 g de ácido ascórbico para 100 kilos de masa de embutido, adicionada de 2 kilos de sal con **0.4%** de nitrito. El ácido ascórbico se puede agregar en forma de una solución acuosa concentrada y reciente, como ser de 50 g para medio litro de agua tibia disueltos en un recipiente de vidrio esmaltado o de plástico. También **se** puede agregar **al** estado seco, en mezcla con condimentos, azúcares y sal.

Es importante que la incorporación del ácido ascórbico se efectúe poco antes de terminar el picado de la pasta en el Cutter para evitar su oxidación prematura y un descenso prematuro del pH. Por este motivo se están usando también mezclas de 2 partes de ascorbato de sodio con 1 parte de ácido ascórbico o bien **sólo** ascorbato de sodio; pero en este caso el tiempo necesario para el enrojecimiento es mayor.

En la fabricación de **embutidos crudos** no es necesario que el enrojecimiento **se** efectúe dentro de corto tiempo, pues **se** dispone del mayor tiempo que exige la maduración y el eventual ahumado.

Como el ascorbato de sodio no reacciona directamente con el nitrito, como lo hace el ácido ascórbico, éste es liberado sólo durante la acidificación lenta que **se** produce en la maduración microbiológica.

Para lograr también un posterior efecto estabilizante y antioxidante se recomienda la aplicación de **30-40** g de ascorbato de sodio para 100 kilos de masa de embutido crudo o jamón, adicionada de 3 kg de sal con **0,4%** de nitrito.

La incorporación de ácido ascórbico **se** efectúa también aquí al final del proceso con el Cutter, de preferencia en mezcla seca con los otros coadyuvantes mencionados o los condimentos molidos.

En el curado húmedo o seco de jamones con adición de sal con nitrito no debe agregarse ácido ascórbico libre porque liberaría de inmediato exceso de óxido nítrico; en cambio el ascorbato de sodio lo libera lentamente por la acidificación que se produce en la maduración y curado.

Al disolver el ascorbato directamente en la salmuera del curado conviene agregarlos sólo inmediatamente antes de su uso, por su inestabilidad en solución acuosa.

También **se** usa en el curado y maduración de algunos productos cárneos como jamones el nitrato **de** sodio (salitre).

Como esta sal no reacciona directamente con el ácido ascórbico ni el ascorbato, sólo al producirse su reducción a nitrito por acción microbiológica-enzimática durante el curado puede intervenir el ácido ascórbico, liberado simultáneamente a partir del ascorbato.

Si se trabaja sólo con el salitre se puede aplicar para el curado en seco **0,5 g** de ácido ascórbico por kilo de carne y grasa.

En las *carnes* curadas **se** puede favorecer también su color estable posterior por pulverización fina de una solución acuosa de ácido ascórbico en la superficie.

Fuera de los nitritos y/o nitratos actúan también como agentes de enrojecimiento de productos cárneos:

2. **Azúcares:** La glucosa (eventualmente también lactosa, sacarosa, fructosa) tiene los siguientes efectos:

- enmascara o suaviza el sabor de la **sal** y de los nitritos;
- facilita la penetración de la sal en las fibras musculares;
- por su acción reductora favorece la formación del color **y** de la consistencia en el curado y la reducción de nitratos a nitritos; **y**,
- actúa como fuente de energía inicial para el comienzo de la reproducción de la flora microbiana beneficiosa para el proceso de cura de productos **chicos** crudos, madurados y fermentados.

3. **Glucono-delta-lactona**, éster interno del ácido glucónico, produce por hidrólisis una acidificación progresiva, por lo cual inhibe el crecimiento microbiano y acelera también la formación de color en el proceso del curado.

4. **Acido nicotínico** que puede acelerar la formación de la nitroso-mioglobina.

5. **Cultivos Starters**, usados en la industria cecinera (1, 3). La maduración de cecinas crudas (Salame, Longanizas, Chorizos) involucra complejos procesos bioquímicos y físicos en los cuales las bacterias lactoacidófilas presentes en la masa transforman los azúcares en ácido láctico disminuyendo el pH de la carne desde un valor inicial de **5,8-5,2** hasta niveles de 4,8-5,0.

Históricamente, el fabricante de cecinas maduraba sus cecinas crudas en forma natural o por medio de una retroinoculación de una mezcla inicial de masa. Sin embargo, a partir de la década del 40 **se** inició el uso de los **iniciadores o "starters"**, constituidos por cultivos liofilizados, refrigerados o congelados de micrococos, pediococos, lactobacilos **y** levaduras.

Sus ventajas son las siguientes:

- Mayor control de las transformaciones físicas y bioquímicas durante la maduración.
- Estandarización de la calidad de los productos (sabor, aroma, consistencia), reduciendo las variaciones de calidad que **se** producen en el caso de fermentaciones al azar.
- Reducción del tiempo de fermentación (de 3-6 días a **1-1 1/2** días).
- Economía de material, **al** estabilizar el proceso **y** disminuir las **pérdidas** de origen tecnológico.

— Logro, en el producto final de un pH (4,8-5,0) que efectivamente inhibe el crecimiento de microorganismos patógenos como *Staphylococcus aureus*.

La actividad de los starters depende significativamente de la **temperatura y humedad** del producto. Temperaturas entre 32 y 37°C son las óptimas para el crecimiento, mientras 63 a 68°C destruyen los cultivos lácticos. En general, humedades altas favorecen y hacen más rápido el proceso de fermentación; cualquier deshidratación del producto afecta a los microorganismos.

El **humor**, como inhibidor del desarrollo microbiológico, afecta el proceso de fermentación. Su efecto es mayor, a medida que disminuye el diámetro del producto.

El funcionamiento y efectividad de los starters en la maduración de las cecinas crudas se ven influidos por diversos factores;

- a) Sal. En general los productos fermentados son formulados con un contenido de sal entre 2 a 3,5%. Concentraciones superiores afectan adversamente la actividad de los cultivos lactoacidófilos, causando un aumento de los tiempos de fermentación y un mayor riesgo de desarrollo de microorganismos patógenos como staphylococcus, que son más resistentes a la sal que los lactobacillus.
- b) Azúcar. La clase de azúcar y su cantidad tienen efecto sobre el grado de acidez que alcance el producto. Se recomienda agregar como mínimo un 1% de glucosa para asegurar una fermentación adecuada.
- c) Especias. La especia que **se** utilice en la formulación de cecinas fermentadas puede afectar directamente el proceso de fermentación **al** estimular la acción de las bacterias productoras de ácidos. Pimienta negra **y** blanca, ajo en polvo y pimentón han demostrado ser estimulantes al desarrollo de ácidos, dependiendo del tipo de cultivo y concentración que se esté usando.
- d) **Otros ingredientes:** Los extensores como proteínas de soya o leche en polvo retardan los procesos fermentativos debido a que ligan el agua disponible, no permitiendo su acceso a los microorganismos fermentadores. Los fosfatos tienen también un efecto importante, ya que actúan como tampones, demorando el tiempo en que comienza el descenso en el pH.
- e) Grasa. En general, mientras mayor sea el contenido de humedad de la materia prima, mayor será el grado de fermentación que se obtiene y siendo el contenido de grasa inversamente proporcional al contenido de humedad de la carne, tenemos, por lo tanto, que **al usar** carne magra se obtiene una caída más rápida en el pH.
- f) La proporción de carne congelada frente a carne fresca al afectar la temperatura óptima de crecimiento de los microorganismos, puede también regular la acción de los cultivos starters. Finalmente, la contaminación inicial de la materia prima es otro factor que tiene importancia en el proceso de fermentación.

VII. ACENTUANTES DE AROMA Y SABOR EN PRODUCTOS CARNICOS

*Ing. Agr. Sergio Bittner Sch.
Dr. Hermann Schmidt-Hebbel*

Frutos, semillas, flores, hojas, cortezas, bulbos o rizomas de las plantas más variadas suministran, a través del reino vegetal, más de 40 condimentos destinados a aderezar o aliñar nuestros alimentos.

1. OBJETIVOS DE UNA CONDIMENTACION ADECUADA

Todos los alimentos que se ingieren a diario se caracterizan por poseer un **aroma** y sabor específico y distintivo, incluyéndose lógicamente las cecinas y otros productos chicos.

En éstos, las particulares características de sazónamiento pueden tener una estrecha relación con la **procedencia** del producto, ya que un mismo tipo de embutido puede diferir en su aroma y sabor de otro similar, por provenir de distintas regiones, cada una de las cuales poseen distintos **estilos** en cuanto a condimentación.

Es un hecho innegable, que el consumidor juzga los alimentos por su **aspecto visual**, y en gran medida por su **sabor**, concepto que combina los estímulos percibidos por los sentidos del olfato y del gusto.

Ahora bien, ¿Cómo puede lograrse en una cecina el delicado aroma, fino gusto y, en términos generales, ese perfecto equilibrio en términos de sabor que debe ser condición necesaria para un producto de Óptima calidad?

Una antigua regla señala a este respecto que uno de los factores de mayor influencia para determinar las óptimas características sensoriales en una cecina o producto **cárnico** en general, lo constituye la **adecuada selección de las materias primas a emplear**.

Por otra parte, también la condimentación de una cecina sólo debería efectuarse con especias o productos condimenticios de **primera calidad**, cuya pureza y eficiencia sean realmente confiables. Incluso para productos más económicos, no deberían emplearse condimentos deficientes, puesto que la incidencia de la condimentación total en el costo del producto no representa generalmente más de un 2% y las fallas de sabor provocadas por el empleo de

materias primas **cármicas** de calidad más económica, pueden ser niveladas mediante una excelente condimentación.

Al condimentar, es mejor pecar por demasiado poco que por exceso, pues, en general, la especia agregada no debe superar el sabor propio del guiso. Muchas veces basta con una especia principal; las demás que pueden agregarse tendrán sólo por objeto complementar o redondear el sabor y/o aroma del producto.

2. ESPECIAS NATURALES

(Véase Tabla adjunta de sugerencias)

Para la **aromatización** de los alimentos se han utilizado por siglos especias naturales, las que poseen, en determinados órganos o grupos celulares, una pequeña cantidad de sustancias sávido-aromáticas que inciden en el aroma y sabor.

A pesar de que la mayoría de las especias deben su efecto sávido-aromático a su contenido en esencias, la identificación y aislamiento de los compuestos químicos que las integran (gracias a los avances de las técnicas de cromatografía gaseosa y en capa fina) demuestran una gran variación de una especia a otra. Por otra parte, existen también algunos compuestos químicos de origen vegetal muy diferente como es el caso del eugenol, contenido a la vez en las esencias de clavos de olor, nuez moscada, laurel y canela.

De interés para su aplicación en productos cármicos es el hecho que algunas especias presentan, fuera de sus características sávido-aromáticas también ciertas propiedades **bactericidas y/o bacteriostáticas** a causa de algunos componentes de sus esencias como los clavos de olor (con eugenol), cilantro, pimienta, ajo y cebolla.

Además algunas especias y en orden descendiente: romero, salvia, orégano/mejorana, tomillo, nuez moscada, pimentón, cúrcuma, laurel y mostaza poseen una manifiesta **acción antioxidante**, contribuyendo así a una mayor protección contra la rancidez del producto alimenticio que se sazona con ellas.

En productos cármicos el contenido en almidón o proteínas (p. ej. en la pimienta) de algunas especias puede mejorar la capacidad de retención de agua y de emulsión (p. ej. en la mostaza).

Las especias, por el hecho de provenir de vegetales naturales, están sometidas a una serie de factores de variabilidad que influyen poderosamente en su madurez y por ende en su calidad y composición como lo son las características de suelo y clima y la fertilización del vegetal; además de su manipulación durante la cosecha, secado, selección, transporte y almacenamiento (35).

Fuera de esta **variabilidad** en las especias naturales que hace a veces difícil

controlar la uniformidad del sabor en el producto pueden presentarse limitaciones en su empleo por *contaminación* microbiológica inicial y su posible *rancidez* posterior por acción de lipasas.

En cuanto al uso de especias naturales en productos alimenticios esterilizados, temperaturas sobre 100°C producen cambios indeseables en aroma, sabor y aun coloración, siendo especialmente sensibles en este sentido el pimentón, nuez moscada, canela, cúrcuma, apio, perejil y tomillo.

2.1. Frente a la antigua y tradicional forma de enfocar el proceso de condimentación, en la cual el fabricante de cecinas adquiere cada especia necesaria, la almacena, eventualmente incluso la muele en su industria y pesa separadamente la cantidad necesaria de cada especia que utilizará para sazonar los diferentes tipos de cecinas, se ha universalizado, como sistema alternativo, la adquisición de *“mezclas balanceadas de especias”*, elaboradas por industrias especializadas a base de las necesidades específicas de cada fabricante de cecinas y de las características del producto que se desea condimentar.

2.2. Aplicación de Especias en Cecinas (Sugerencias)

A base de frutos:

Pimentón: en polvo medio fino (“la color”) en vienasas y mortadelas, a veces en mezcla con ají, ajo, comino u orégano.

Pimienta: negra, en mortadelas, queso de cabeza (cerdo).

Pimienta blanca, en productos de cerdo, cuando no debe interferir el color.

Anís: en cecinas secas, mortadelas.

Cilantro, coriandro o culantro: los frutos suelen usarse en vienasas, mortadelas, cecinas de ternera o jamón moldeado, pero en Chile se usan más las hojas (sopas de carnes).

Otras Umbelíferas suministran los frutos de *comino* y *alcaravea* de usos semejantes.

A base de semillas:

Mostaza: más bien para salsas y eventualmente como material de relleno. Se aprovecha su poder emulsionante, al reblandecer las fibras de carne, haciéndola más digerible.

Cardamomo: para cecinas de hígado y carnes cocidas.

Nuez moscada y **Macis:** para pasta de hígado, carne de ternera y de cerdo, cecinas de jamón molido, queso de cabeza, vienasas, mortadelas. Sólo deben usarse en muy pequeña cantidad, por su riqueza en esencia.

A base de flores:

Clavos de olor: para Cecinas de hígado, de sangre, mortadelas, queso de cabeza, jamones.

Las siguientes especias a base de hojas o sumidades (partes aéreas) floridas:

Orégano o Mejorana - Tomillo - Salvia - Romero - Perejil - Apio - Estragón.

El llamado “manojo verde” está formado por Orégano, Perejil y Apio.

A base de **bulbos** o tallos subterráneos cortos, rodeados de hojas en forma de escamas:

Ajo: para cecinas ahumadas.

Cebolla: para cecinas de hígado y otras.

A base de **rizomas** o tallos parcial —o totalmente— subterráneos:

Jengibre: en Cecinas de cerdo y vienas.

Curry: Mezcla de Cúrcuma, Jengibre, Cardamomo, Coriandro, Anís, Maccis, Clavos, Pimienta y Canela; para carnes, salsas y arroz.

Más detalles véanse en: H. Schmidt-Hebbel: **Las Especies** (Condimentos vegetales). Su importancia en Química y Tecnología de Alimentos y en el Arte Culinario (35).

3. OLEO-RESINAS

Se conocen con este nombre a los extractos, obtenidos por acción de disolventes orgánicos no tóxicos sobre especias de calidad seleccionada, seguida de destilación; de modo que contienen tanto los componentes volátiles (esencias) como no volátiles, sin incluir material celular no aromático. Como las oleo-resinas tienen generalmente un alto grado de concentración se aplican en formas de dilución, ya sea por **disolución** en disolventes autorizados como el propilenglicol o por **distribución en un vehículo sólido** que absorbe la oleo-resina líquida, denominándose el polvo **seco** entonces “condimento soluble”. Los vehículos más usados son sal y glucosa, p.ej. “sal de apio”.

3.1. Cuando las emulsiones de oleo-resinas preparadas con un emulsionante adecuado son adicionadas de **coloides** como las Gomas Arábiga o Tragacanto y son posteriormente sometidas a un proceso de secado instantáneo tipo “spray”, se obtendrá un polvo en el cual el producto aromático **se** encuentra “**encapsulado**” o rodeado de estos coloides protectores. Debido a este proceso de encapsulamiento, los principios aromáticos quedan protegidos contra la acción de la luz y del aire (3).

3.2. Fuera de los condimentos “unitarios” en los cuales está presente sólo una oleo-resina específica **se** han elaborado también los llamados “condimentos balanceados” los cuales incluyen, en las cantidades requeridas, todas las oleo-resinas necesarias para aromatizar un alimento específico. Estos condimentos balanceados pueden presentarse también en forma líquida (soluciones-

emulsiones) o en forma sólida (tipo condimento soluble, mixto o microencapsulado), siendo esta última forma la más usual.

3.3. Esta “mezcla aromática” de los condimentos balanceados se puede emplear no sólo para condimentar sino también como vehículo para adicionar todos los aditivos restantes que se necesitan para el proceso del curado como son los agentes de curación, anti-oxidantes y emulsionantes. Se puede formar así un paquete unitario, llamado también “Condimento integral” cuya magnitud puede definirse perfectamente para ser adicionada a un “batch” de producción.

4. ACENTUADORES DE SABOR.

Sin tener por sí mismo un sabor definido intensifican el de los alimentos a los cuales se agregan.

4.1. Glutamato monosódico. Corresponde químicamente a la sal sódica del ácido amino-glutárico y exalta el sabor de alimentos cárnicos y también de vegetales como verduras y callampas, en un rango de pH de **5 a 7**. Sin ser condimento, actúa más bien por sensibilización de los nervios gustativos en una dosis de **0,5 a 1 g/kg**. La reglamentación alemana lo acepta hasta un máximo de **1 g/kg** y la chilena (9) hasta **1,5 g/kg**, pues su consumo exagerado se relaciona con la llamada “enfermedad de Kwok” o síndrome de los restaurantes chinos” que se caracteriza por sensación de opresión en la cara, cuello y pecho. Además puede producir sabores dulzafinos si se usa en cantidad exagerada.

En cecinería se aplica en embutidos escaldados y salmueras para elaborar jamones cocidos y similares.

4.2. Ribonucleótidos. Se componen de D-ribosa, ácido fosfórico y una base nitrogenada que es la hipoxantina en el ácido inosínico y la guanina en el guanílico. Se usan los inosinatos y guanilatos de sodio o de calcio en dosis de **0,05 a 0,1 g/kg** (el máximo reglamentario es de **0,5 g/kg** en Alemania). Muestran una acción sinérgica, al mezclar p.ej. **5%** de nucleótidos con **95%** de glutamato; resultando un efecto de **10 a 15** veces más intenso que el que posee el glutamato sólo.

Además, los nucleótidos, a diferencia del glutamato, otorgan esa sensación gustativa de “plenitud” y “viscosidad” que produce el sabor natural de la carne.

La principal limitación en el uso de nucleótidos (fuera de su precio) es su degradación, —por acción de una enzima de la carne y en presencia de agua—, a nucleósidos (separándose la molécula de ácido fosfórico) los cuales carecen de poder saborizante. En cambio, en productos que sufren tratamiento térmico

como embutidos escaldados, de calibres reducidos, la rápida penetración de calor inactiva la enzima.

4.3. Hidrolizados proteicos. Se obtienen por hidrólisis ácida o enzimática de proteínas animales como productos cárnicos y del mar, sangre o caseína y vegetales como gluten, tortas oleaginosas y harinas de leguminosas. Son de consistencia líquida, pastosa o en polvo, aplicándose en cantidades de **5 a 20 g/kg**.

4.4. Extractos de levaduras. Sembradas y reproducidas en medios de cultivo específicos, en equipos fermentadores, **se** someten a proceso de *autolisis* o de desdoblamiento químico por las enzimas secretadas por sus propias células o de *plasmolisis* o contracción del protoplasma celular (**5**). Su nivel de uso es de **5 a 10 g/kg**.

5. SABORES A HUMO O “HUMOS LÍQUIDOS”

El proceso del ahumado, frecuentemente utilizado en la elaboración de cecinas, permite inhibir el crecimiento microbiano a causa de su contenido en diferentes compuestos químicos de acción antiséptica: fenoles, ácidos y compuestos carbonílicos. Además, el humo retarda la oxidación de las grasas e imparte aroma a las carnes curadas. En este humo se han detectado una serie de hidrocarburos policíclicos del tipo 3,4-benzopireno, de acción cancerígena que proceden de la lignina de las maderas utilizadas; por lo cual se prefiere hoy el uso de carbón de leña, el cual permite bajar el benzopireno a menos de **1 mcg/kg** (= **1 ppb**), máximo fijado por la reglamentación alemana.

Otra alternativa es el uso de los llamados “humos líquidos”. Se trata de una solución de humo, obtenida por condensación de humo natural, seguida de una destilación fraccionada para remover los hidrocarburos policíclicos y compuestos alquitranosos, pero reteniendo los compuestos aromáticos y antisépticos del humo. Se aplican por inmersión o rociado del humo diluido pudiendo lograrse aun una mayor penetración. También **se** aplican en forma de humos oleosos o en polvo, al incorporarlos en un vehículo seco, como dextrina, **sal** o glucosa.

VIII. EXTENSORES PROTEICOS COMO INGREDIENTES NO CARNICOS

Ing. Agr. Sergio Bittner Sch.

Existen diversos extensores o productos que, por poseer un alto contenido de proteínas, de funcionalidad variable, pueden reemplazar parcialmente la costosa proteína cárnica en la formulación de un alimento.

Si consideramos solamente a los extensores cuyas proteínas poseen características similares a las que presentan las proteínas cárnicas miofibrilares y, por ende, su adición controlada no menoscaba las características nutritivas y cualitativas del producto final, debemos hacer mención a los siguientes tipos:

1. DERIVADOS DE LA SOYA

1.1. **Harina de soya.** Se obtiene por molienda de las hojuelas de soya desgrasadas y contiene aproximadamente 50% de proteína. La presencia de una alta cantidad de carbohidratos (**40%**) limita seriamente el nivel de incorporación de la harina de soya en productos cárnicos, puesto que éstos interfieren con la funcionalidad de su proteína, son además responsables del sabor típico de este producto y, por último, están vinculados con ciertos desórdenes gastrointestinales, (flatulencias) que normalmente provoca su ingestión.

1.2. **Harina texturizada de soya.** Analíticamente es similar a la harina de soya, pero difiere físicamente por ser producida por extrusión termoplástica, consistente en un calentamiento a presión, seguido de un proceso de expansión. La harina de soya texturizada, conocida también como “proteína vegetal texturizada” (P.V.T.), simula la textura fibrosa de la carne molida y se utiliza principalmente para la elaboración de hamburguesas, fricandelas, pino para empanadas y carnes molidas.

1.3. **Proteínas concentradas de soya.** Se obtienen por la eliminación de la mayor parte de los carbohidratos solubles de la harina de soya, de modo que contienen un 70% de proteínas y un 25% de carbohidratos insolubles, como ser sustancias celulósicas y pécticas no digeribles para el ser humano.

1.4. Proteínas aisladas de soya. Constituyen la forma más refinada de proteínas de soya, conteniendo un mínimo de 90% de proteína en base seca, un 4,5% de cenizas y sólo trazas de carbohidratos y fibra. Por esto son productos de sabor neutro, de aroma tenue y no producen trastornos gastrointestinales.

Está ampliamente comprobado que las proteínas aisladas de soya, por su excelente valor nutritivo, calidad proteica y digestibilidad son perfectamente comparables a las proteínas tradicionales, encontradas en carne, leche y huevos. Poseen además propiedades funcionales similares a las que tienen las proteínas cárnicas miofibrilares solubles en sal (actina y miosina). Estas propiedades incluyen, entre otras, un alto poder de absorción y fijación de agua, emulsificación de materias grasas y capacidad de estructuración.

La mayor parte de los aislados proteicos de soya se presenta en forma de polvo y para poder aprovechar en forma íntegra toda su funcionalidad deben ser hidratados en forma óptima. La manera en que esta hidratación se efectúe, dependerá del modo de aplicación del producto, pudiendo ser incorporadas en forma de un gel, preparado con agua o bien directamente en su forma original (polvo).

La elaboración de un gel se basa principalmente en hidratar 1 parte de proteína aislada de soya con 4 partes de agua, utilizando para ello un equipo agitador de alta velocidad, un cutter o molino coloidal (emulsor).

Geles preparados en la proporción señalada poseen aproximadamente el mismo contenido de proteína que la carne magra (20%) y constituyen una matriz proteica firme, de adecuada elasticidad y capacidad de ligazón. Resulta importante destacar que la sal puede inhibir la normal hidratación de las proteínas aisladas de soya. Por ello es conveniente añadir la sal después de finalizado el proceso de hidratación de la proteína. De este modo se logra aumentar la termo-estabilidad, la conservación, la firmeza y la ligazón, tanto del gel proteico como del producto cárnico al cual éste se incorporó.

1.4.1. Algunas aplicaciones de proteínas aisladas de soya en productos cárnicos.

a) **En carnes molidas:** si bien en estos productos el reemplazo cárnico se realiza normalmente con proteína texturizada de soya, resulta interesante la adición de cierta cantidad de proteína aislada, en forma de gel, para lograr un efectoligante que mejore la cohesividad de productos, tales como hamburguesas y similares.

b) En **embutidos crudos**, tanto frescos como madurados: para la obtención de productos de alta calidad debe considerarse la utilización de un gel consistente de proteína aislada, el que puede ser añadido a la mezcla pre-picada de carnes y materias grasas durante el proceso de mezclado (idealmente al vacío) o directamente en el cutter.

c) En **embutidos escaldados a base de emulsiones** se puede substituir una

parte de la proteína miofibrilar (contenida en la carne magra) por una cantidad equivalente de proteína aislada de soya.

El procedimiento de incorporación de esta proteína dependerá en gran medida de la composición, en cuanto a materias primas cásmicas, del embutido a elaborar.

En productos que contengan *niveles elevados de carne magra* conviene aprovechar al máximo la funcionalidad de la proteína cásmica, picando la carne magra en presencia de sal, polifosfatos y una fracción del hielo, a fin de extraer y solubilizar las proteínas miofibrilares. Acto seguido se añade la proteína aislada de soya, en polvo, junto con la fracción residual del hielo (para hidratarla adecuadamente) y una vez obtenida una emulsión homogénea, se agregan las materias grasas y los ingredientes restantes, en la forma acostumbrada.

En el caso de embutidos formulados con *niveles bajos de carnes magras*, conviene picar éstos en presencia de sal, polifosfatos y hielo para luego añadir un gel de aislado proteico de soya, previamente elaborado, con lo cual se aprovecha en forma óptima la funcionalidad de la proteína de soya. Luego se agregan las materias grasas, terminando el proceso como de costumbre.

d) En *productos escaldados enteros*, técnicas desarrolladas en el transcurso de los últimos años permiten incorporar determinados tipos de proteínas aisladas de soya a trozos de carne, ya sea por la vía de la inyección intramuscular de salmuera, o bien, por la incorporación de ésta mediante un proceso de masajeador. El método a elegir dependerá del tamaño de los trozos de carne, de los equipos disponibles y del producto a elaborar.

El objetivo básico es lograr una incorporación mayor de salmuera gracias al incremento del porcentaje proteico en el músculo, aumentar el rendimiento final del producto cocido y optimizar su jugosidad y presentación general.

Ultimamente ha sido desarrollado un tipo de aislado proteico de soya, altamente dispersible, elaborado especialmente para incorporarse con facilidad a salmueras de inyección que se emplean para la fabricación de jamones cocidos o productos similares. La cantidad de proteína aislada a emplear es variable según el nivel de inyección, pero se puede calcular de manera tal que su contenido en el producto inyectado corresponda a un 2% en peso.

Una técnica alternativa, adecuada para tratar trozos de carne, pequeños, empleados p.ej. en la elaboración de arrollados, consiste en masajear la carne junto con la proteína aislada de soya y la cantidad de agua que se requiere para el nivel deseado de incorporación de salmuera. La posterior adición de polifosfatos y aditivos propios de un proceso de curación, incorporados así mismo por un masajeado (en lo posible bajo condiciones de vacío) permite obtener productos de excelente calidad y alto rendimiento.

e) En *embutidos cocidos*, la adición de aislados proteicos de soya permite

una mejor emulsificación y estabilidad en productos tales como patés, especialmente cuando se añaden cantidades apreciables de caldo proveniente de la precocción de las materias primas cárnicas.

Para la incorporación de la proteína aislada de soya resulta recomendable el método de elaboración “en caliente”, que consiste básicamente en picar las materias primas cárnicas, previamente escaldadas y en estado caliente, adicionar el caldo de precocción requerido según la formulación a una temperatura de **90-95°C** y en forma inmediata el aislado proteico de soya. Luego de una adecuada emulsificación, se agrega el hígado pre-emulsionado.

2. PROTEÍNAS LÁCTEAS

Para ciertas proteínas lácteas, especialmente para aquellas derivadas de la caseína, existe actualmente un amplio campo de aplicación en la elaboración de diversos productos debido a su excepcional valor nutritivo y sus notables propiedades funcionales.

La proteína láctea de mayor uso en productos cárnicos es el caseinato de sodio, obtenido por solubilización con álcali de la caseína, previamente precipitada de la leche descremada y pasteurizada. Su contenido proteico, en base seca, es aproximadamente de un 90%. Los diferentes caseinatos comerciales presentan, en general, una alta solubilidad en agua, lo que permite su fácil incorporación a las emulsiones cárnicas e, incluso, la expedita formación de “jaleas”. Mientras más alto sea el grado de viscosidad del caseinato, mayor es su capacidad de absorción de agua y gelificación, previniéndose así la separación y depósitos de gelatina, incluso frente a tratamientos térmicos extremos, como en el caso de conservas cárnicas.

El caseinato de sodio se usa primordialmente como emulsionante y estabilizante. Una característica importante del caseinato es el hecho de ser, a diferencia de las proteínas cárnicas, una proteína no coagulable térmicamente. En consecuencia, la adición de caseinato a las pastas para embutidos escaldados y cocidos optimiza la emulsificación de las materias grasas, cuyas partículas quedan rodeadas por una película proteica elástica que puede “estirarse” durante la cocción del producto final, manteniendo una estructura y emulsión estable.

El caseinato de sodio puede aplicarse de diferentes maneras:

2.1. Aplicación directa en forma seca: debiéndose hidratar adecuadamente esta proteína láctea por mezcla intensa con los ingredientes cárnicos y el agua en un equipo emulsionador (cutter o molino coloidal).

En embutidos escaldados el caseinato debe ser espolvoreado sobre las carnes magras inmediatamente después de iniciado el trabajo en el cutter y luego se

añade el hielo para conseguir una completa disolución y distribución del caseinato antes de incorporar las grasas.

En embutidos cocidos (p.ej. paté) el caseinato se aplica sobre la pasta resultante del picado de las materias primas chicas precocidas, cuya temperatura no deberá ser inferior a **50°C**. Inmediatamente después se adiciona el “caldo de precocción” en estado caliente y por último se incorpora el hígado, previamente picado.

2.2. Adición en forma de jalea. En productos elaborados con materias primas que no aportan una cantidad suficiente de proteína cárnica, altamente funcional, se obtienen mejores resultados adicionando el caseinato en forma de una jalea o solución acuosa concentrada de caseinato. Esta jalea se prepara con **4 a 6** partes de agua por **1** de caseinato, dependiendo del grado de viscosidad de éste.

2.3. Incorporación en forma de emulsión. Una de las maneras más frecuentes de utilización del caseinato es la elaboración de una emulsión de materias grasas —caseinato— agua, que posteriormente es incorporada en la formulación de embutidos escaldados, cocidos y conservas chicas.

La cantidad de agua y grasa que se puede emulsionar y mantener en forma estable depende del grado de viscosidad del caseinato. Así, caseinatos de baja viscosidad (**25-50** poises) logran estabilizar en forma adecuada una emulsión, compuesta de **1** parte de caseinato, **5** partes de grasa y **5** partes de agua. En cambio, un caseinato de alta viscosidad (**10.000** poises) puede emulsionar hasta más de **10** partes de agua y otras tantas de grasa, en forma estable.

También es frecuente el empleo de emulsiones mixtas que, fuera de contener agua y grasa, incluyen otros elementos como cueros o cortezas de cerdo, precocidas.

3. SANGRE Y DERIVADOS

La sangre constituye una fuente importante de proteínas de alto valor biológico. Considerando la creciente escasez de proteínas de origen animal, la sangre, muchas veces desechada, ofrece una utilización como complemento o sustitución parcial de la proteína cárnica.

3.1. La sangre entera, en especial la de cerdo, se ha utilizado tradicionalmente como materia prima esencial en la elaboración de algunos tipos de cecinas, como ser prietas, queso de sangre y otros. La sangre a emplear debe ser fresca, para evitar alteraciones de aroma en el producto terminado; también debe haber sido obtenida bajo estrictas normas de higiene, por ser un producto muy perecible y favorable para el desarrollo de microorganismos putrefactores.

Para la utilización de sangre fresca es necesario inhibir el fenómeno natural

de coagulación, ya sea en forma mecánica por batido o agitación o químicamente mediante la adición de polisfosfato o citrato trisódico.

La sangre entera se puede utilizar también para mejorar la coloración de algunos productos cárnicos (**52**), p.ej. en cecinas con bajo contenido de carnes rojas o en cuya formulación se han incorporado cantidades importantes de emulsiones de cuero o de grasa, proteína vegetal texturizada y otros materiales similares.

3.2. El *plasma sanguíneo* es un componente de la sangre que puede ser utilizado en la elaboración de todo tipo de embutidos cocidos y escaldados.

El plasma líquido con un contenido proteico entre 6,8 y **7,2%** se obtiene por centrifugación de la sangre fresca, pudiendo posteriormente ser secado mediante sistema “spray”.

El plasma sanguíneo en polvo contiene aproximadamente entre **75 y 77%** de proteínas que lo transforman en un producto con cualidades emulsionantes y cohesionantes de *gran* aplicación. Sin embargo, un nivel excesivo de adición puede modificar las características sensoriales de los embutidos.

IX. CONCEPTOS GENERALES Y PROCESOS TECNOLOGICOS DESTACABLES EN LA ELABORACION DE CECINAS

Ing. Agr. Sergio Bittner Sch.

El término “cecinas”. utilizado en nuestro país para describir a un amplio y heterogéneo número de productos cárnicos, se puede definir genéricamente como: “Productos elaborados a base de carnes, materias grasas y órganos comestibles de vacunos o cerdos, adicionados o no de condimentos, especias, sal, agua (o hielo) y otros aditivos, fabricados mediante procesos autorizados y presentados o no en envases permitidos por la Reglamentación Sanitaria vigente”.

Existen diferentes criterios para clasificar las cecinas. Uno de ellos se basa en el grado de desmenuzamiento de la materia prima *chica*. Sin embargo, en nuestro medio *se* ha generalizado un sistema de clasificación que agrupa las cecinas en función de los tratamientos térmicos que se aplican durante su elaboración. Es así como se distingue básicamente entre cecinas crudas, escaldadas y cocidas, pudiendo incorporarse también el grupo de cecinas en conserva, de escasa importancia relativa en nuestro mercado.

1. CECINAS CRUDAS

Son productos elaborados a partir de materias *chicas* crudas, sometidas alternativamente a un proceso de picado y mezclado o a un proceso de curación en seco, con adición de sal, agentes curantes, condimentos y otros aditivos, embutidos o no en tripas naturales o artificiales y sometidos, según el tipo de producto, a un proceso de ahumado y maduración final.

Entre las cecinas crudas podemos diferenciar los siguientes sub-grupos:

1.1. Embutidos *crudos frescos*, que se elaboran con materias primas cárnicas sometidas a un proceso de picado y mezclado en presencia de los aditivos requeridos; se presentan embutidos en tripas (naturales o artificiales) y son sometidos a un breve secado y ahumado en frío. Se caracterizan por presentar una durabilidad limitada y deben almacenarse bajo condiciones de refrigeración. Los límites de su capacidad de conservación están condicionados en forma importante por la calidad higiénica de las materias primas empleadas.

Según la textura del producto final encontramos embutidos de grano grueso (chorizos frescos, longanizas) y de grano fino o untables (salchichón de té o pasta de jamón). El grado de untabilidad de estos embutidos se encuentra condicionado, en cierta medida, a la textura de la grasa empleada y al proceso de elaboración. En este sentido, se ha manifestado como muy conveniente la fabricación en dos etapas, que básicamente consiste en picar separadamente en el cutter el tocino enfriado y las carnes negras, dejando ambos materiales en refrigeración hasta el día siguiente. Se procesa nuevamente el tocino en el cutter, agregando lentamente la carne magra picada, la que será recubierta de una película de grasa que retarda el desecado del producto y mejora su untabilidad.

1.2. Embutidos crudos madurados. En la elaboración de este tipo de embutidos se pretende básicamente lograr el siguiente objetivo: fabricar a partir de dos materias primas en estado crudo (carne y materia grasa o tocino), de un comportamiento bioquímico y físico tan diferente y con la ayuda de ciertos aditivos y procedimientos tecnológicos, un producto cárnico homogéneo y unido. La mezcla picada de carne y tocino, embutida en tripas artificiales o naturales, después de haber experimentado un proceso de maduración y secado (con o sin ahumado) debe presentar una coloración atractiva y estable, bien ligado y de corte firme. También se exige un grado de estabilidad que permita conservar este producto sin necesidad de emplear temperatura de refrigeración.

Estas características se logran fundamentalmente gracias al proceso de maduración a que se someten los representantes de este grupo de embutidos, como ser el salame, cervelat y chorizo español, entre otros.

La maduración de los embutidos crudos es un complejo proceso bioquímico, enzimático y físico, en que los componentes del producto experimentan profundos cambios sensoriales, entre los que destacan:

- **Enrojecimiento:** resultante de un proceso de curación, por la adición de nitratos o nitritos.
- **Acidificación:** por el desarrollo de una fermentación ácido-láctica.
- **Ligadura:** por la gelificación y solidificación de las proteínas cárnicas miofibrilares.
- **Deshidratación:** consecuencia del proceso de acidificación, control de las condiciones ambientales y empleo de tripas de alta permeabilidad.
- **Aromatización:** derivada de la formación de ácidos orgánicos y de la degradación bioquímica de hidratos de carbono, proteínas y grasas.

Materias primas

La calidad de las materias primas cárnicas es un elemento decisivo en la elaboración de embutidos crudos madurados. En cuanto al aspecto microbiológico, es fundamental emplear materias primas con los más bajos índices de

contaminación posibles y, a nivel de las industrias procesadoras, supervigilar su adecuada refrigeración o congelación, como asimismo la permanente desinfección de locales, equipos y maquinarias, a objeto de no incrementar la carga bacteriana inicial.

En relación a los aspectos físico-químicos de las carnes, se aconseja utilizar carnes maduradas provenientes de animales bien desarrollados, sanos y bien descansados antes de su faenamiento. Este tipo de carnes presentan características especialmente favorables para la elaboración de embutidos crudos secos: un pH bajo que asegura una buena curación y deshidratación del embutido, inhibiendo además el desarrollo de microorganismos indeseables (40), una estructura compacta y seca, como también una coloración más intensa.

La oportuna medición del pH permitirá reconocer en forma científica e inequívoca, la aptitud de la materia prima cá mica.

La calidad de las materias grasas también reviste una gran importancia. El tocino fresco de lomo de cerdo, refrigerado inmediatamente después de la obtención en el proceso de desposte, es el más apropiado para la fabricación de embutidos crudos. El tocino posee una estructura firme y granulosa, siendo también menos susceptible a la rancidez oxidativa (51), que otros tipos de tejidos grasos.

Procesos generales de elaboración

a) ***Picado de las materias primas.*** Tanto la carne como el tocino deben ser picados y luego mezclados hasta formar una masa homogénea. Este proceso se efectúa preferentemente en el cutter. Uno de los factores que merece máxima atención en esta etapa de elaboración es el filo de los cuchillos del cutter. Sólo con cuchillos perfectamente afilados y pulidos se puede lograr un corte liso y fácil de las materias primas. En la mayoría de los casos la carne y el tocino se pican en estado congelado (-5 hasta -10°C) (40), para evitar un desgarramiento de la carne.

El empleo de los cutter al vacío, que procesan la materia prima en ausencia casi completa de aire, ha constituido un gran adelanto en la elaboración de embutidos crudos, asegurando una óptima curación, previniendo el enranciamiento de las materias grasas y garantizando mejores condiciones higiénicas.

b) ***Embutido.*** En el momento de embutir la masa en tripas naturales o artificiales, la temperatura de ésta no debe sobrepasar los 4°C para evitar que se tome untuosa. Resulta ideal el empleo de máquinas embutidoras continuas al vacío, que extraen el aire incluido en la pasta cá mica.

c) ***Maduración.*** Dependiendo de sus características propias podemos encontrar diferentes procedimientos de maduración:

— Maduración natural, que es un proceso lento, artesanal y no dirigido, que

- se** efectúa bajo condiciones climáticas naturales y con la flora bacteriana propia de las materias primas **cárnicas** empleadas.
- Maduración lenta controlada, que **se** realiza en instalaciones cuyo ambiente **se** puede acondicionar mediante el control de temperatura, humedad relativa y velocidad de circulación de aire.
 - Maduración rápida, basada fundamentalmente en un incremento controlado de la temperatura durante la fase inicial (premaduración), para activar el desarrollo del proceso fermentativo y obtener, en un tiempo más **reducido**, un producto semi-seco, apto para el consumo.
 - Maduración acelerada con aditivos específicos, que se aplica generalmente para fabricar embutidos crudos semi-duros, cuyo proceso de maduración es acelerado mediante la adición de ciertos aditivos como ser nitrito de sodio, ascorbato de sodio, azúcares fermentescibles, glucono-delta-lactona. (Ver Capítulo **v**).
 - Maduración con “cultivos starters”, que implica la adición de cultivos congelados o liofilizados de cepas de microorganismos que originan una rápida y eficiente maduración. (Ver Capítulo **v**).
 - Maduración al vacío, que es un interesante proceso de maduración rápida que **se** efectúa en recipientes especiales de cierre hermético e incluso provistos de sistemas de calefacción y refrigeración que permiten un exacto control de la temperatura (**41**). La ausencia de aire (oxígeno) influye muy positivamente sobre las características cualitativas del producto final. Con la maduración al vacío se puede elaborar embutidos crudos de excelente coloración y firmeza al corte en un tiempo muy corto.

Materiales de envase

Para la elaboración de embutidos crudos se debe emplear tripas naturales o artificiales de alta permeabilidad al vapor de agua y a los gases (**51**).

- a) Tripas naturales. Se utilizan preferentemente para embutidos crudos frescos. La principal limitación en cuanto a su uso deriva del grado de contaminación, generalmente elevado, que presentan estas tripas. La presencia de bacterias coliformes y otros gérmenes indeseables constituye un riesgo permanente.
- b) Tripas artificiales. Entre ellas cabe señalar los siguientes tipos de uso frecuente:
 - Tripas de colágeno, que son mps comestibles, permeables y carentes de contaminación, derivadas de la proteína colagénica presente en tejidos conjuntivos de origen animal.
 - Tripas de celulosa regenerada, caracterizadas por un excelente coeficiente de permeabilidad, ideal para facilitar los procesos de ahumado y maduración.

- Tripas fibrosas, que se basan en un soporte o napa de fibra larga en forma de tubo, impregnado o recubierto con celulosa regenerada. Su alta porosidad, capacidad de auto-recogimiento y adherencia junto a una gran resistencia, hacen de esta tripa un excelente envase para embutidos crudos madurados.
- Tripas de género, (algodón o lino), cuyo uso en nuestro país aún no se ha generalizado.

1.3. Cecinas crudas enteras. Son, en general, productos cárnicos sometidos a un proceso de salazón, curación y maduración, con o sin ahumado, elaborados en base a cortes anatómicos específicos.

Los representantes más típicos de este grupo son el jamón crudo de pierna (con o sin hueso), jamón Lachs, bondiola, panceta o tocino ahumado, elaborados todos con carne porcina.

Materias primas

La adecuada elección de las carnes a procesar influye en forma decisiva sobre la calidad del producto final. La carne, debido a sus grandes fluctuaciones cualitativas, debería someterse a un riguroso examen microbiológico, determinación de valor pH y control de temperatura.

El rango de pH óptimo para la materia prima cárnica se encuentra entre 5,5 y 5,8. Este tipo de carne presenta características especialmente favorables para una buena curación, secado y óptima capacidad de conservación del producto final.

Para evitar el desarrollo de bacterias nocivas, la temperatura de la carne a procesar no debería ser superior a **4°C**.

Procesos básicos *de elaboración*

a) **Precuración y salazón**, que consiste en restregar los trozos de carne con una combinación de sal, agentes curantes y otros aditivos en forma seca, depositándolos posteriormente en un recipiente adecuado para el desarrollo del proceso curativo, donde son ubicados en capas superpuestas. Debido a la alta concentración de sal, la carne comienza gradualmente a exudar agua, formándose la denominada “salmuera natural” que se acumula en el fondo del recipiente. Si este líquido es eliminado mediante el drenaje del depósito de curación, estaremos frente a un proceso de **curación seca**.

Un procedimiento alternativo consiste en mantener esta salmuera natural en el recipiente, agregando además una cantidad adicional de salmuera de curación cuya concentración varía generalmente entre 18 y 20° Beaumé con el objeto de cubrir completamente las piezas de carne a curar. Este procedimiento se conoce como **curación húmeda**.

b) **Curación terminal y maduración**. Una vez finalizada la etapa preliminar de

curación, ya sea por vía seca o húmeda, los trozos de carne son sometidos a un proceso de curación terminal y maduración en seco, en un recinto provisto de sistemas de regulación de temperatura y humedad relativa. Este proceso de maduración origina una distribución más pareja de la sal en el producto, le otorga la consistencia deseada, permite un alto y estable desarrollo de color, sabor y aroma, y da lugar a un secado del producto, necesario para su adecuada conservación.

- c) **Ahumado.** El proceso de elaboración generalmente termina con un ahumado en frío (15-20°C), cuyo sentido y finalidad son: la deshidratación controlada, aromatización y óptima conservación del producto final.

Curación al vacío

La tradicionalmente lenta curación de cecinas crudas enteras también ha experimentado desarrollos tecnológicos importantes que permiten reducir substancialmente el tiempo de elaboración y garantizan la obtención de productos de excelente calidad.

Uno de estos desarrollos tecnológicos se refiere a la curación en recipientes estáticos o en equipos masajeadores **al vacío**, donde se pueden precurar piezas de carne de diversos tamaños, con o sin huesos, variando sólo el tiempo requerido para completar el proceso curativo.

El efecto del vacío y la posibilidad de alternar el vacío con una condición de presión atmosférica normal por corto tiempo (acción pulmonar), abren la estructura muscular en forma tal, que el proceso de curación inicial se puede reducir a 12-72 horas, dependiendo del tamaño de las piezas de carne. Esto significa reducir a un tercio el tiempo total de proceso, en comparación con el procedimiento de precuración tradicional.

Una vez finalizada la curación al vacío, el proceso de elaboración continúa con la fase de maduración y ahumado en la forma acostumbrada.

2. CECINAS ESCALDADAS

Son productos elaborados con materias primas crudas, las que, después de ser sometidas alternativamente a un proceso mecánico de corte o emulsificación o a un proceso de curación mediante inyección de salmuera, reciben un tratamiento térmico que coagula la proteína cárnica, dándole consistencia y conservabilidad al producto, bajo condiciones de refrigeración. También aquí debe distinguirse entre embutidos escaldados y cecinas escaldadas enteras.

2.1 Embutidos escaldados. Elaborados en base a emulsiones preparadas con materias primas crudas (carnes, materias grasas y otras) con adición de hielo o agua, sal, agentes de curación (véanse éstos) y aditivos autorizados, embutidos

en tripas naturales o artificiales, sometidos a un ahumado (opcional) y finalmente a un proceso térmico y enfriamiento.

Según la presentación al corte, distinguimos entre embutidos escaldados **homogéneos**, formados exclusivamente por una emulsión fina de sus componentes (ej. vienasas, gordas, mortadela lisa) y los **heterogéneos**, con incorporación de trozos de carne precurada, trozos de tocino, carne molida en forma gruesa, pickles, huevos u otros productos permitidos (ej. mortadela, jamonada, bologna, turín, salchichón cervecero, salame cocido).

La emulsión que da origen a los embutidos escaldados es un sistema coloidal muy especial. En la pasta cármica inicial, como consecuencia del picado, lavado y adición de hielo, se rompe la estructura muscular y las proteínas funcionales de la carne (actina y miosina) son hidratadas y parcialmente disueltas. Cuando se agrega la fase dispersa (materia grasa), ésta es cortada finamente, formándose pequeños glóbulos grasos que son rodeados por la proteína muscular disuelta, formándose una verdadera red o matriz (48), la que coagulará durante el proceso térmico, encerrando la grasa que se funde y proporcionando al producto su textura definitiva.

Una emulsión cármica puede considerarse **estable** cuando no presenta pérdidas de agua, gelatina o grasa.

Materias primas

a) **Carne.** Tradicionalmente se ha considerado que para la elaboración de una pasta bien emulsionada y estable es conveniente emplear carnes con alta capacidad ligadora de agua, proveniente de animales jóvenes y utilizadas en estado “caliente”, es decir, de animales recién faenados. Estas carnes poseen un mayor contenido de proteínas miofibrilares, menor cantidad de tejido conjuntivo, mejor sabor y un pH neutro, favorable para una mejor retención de los jugos naturales y una mejor fijación del agua agregada.

Sin embargo, dado las actuales circunstancias imperantes en la comercialización de las carnes y la estructura de las fábricas de cecinas, resulta prácticamente imposible emplear este tipo de carnes; habiéndose generalizado el uso de carne enfriada, e incluso congelada.

Para aumentar la capacidad ligadora de estas carnes se puede incrementar la diferencia entre el punto isoelectrico de sus proteínas miofibrilares (véanse Capítulos I y IV) y el pH real del músculo mediante la adición de sal y de fosfatos, cuyas funciones están descritas en los Capítulos V y VI (Emulsionantes y Proceso de Curado).

La carne congelada para embutidos escaldados no debe ser descongelada antes de su utilización pues perdería su capacidad ligadora de agua. También conviene señalar que la carne debe ser congelada en capas delgadas para permitir una alta velocidad de congelación y con esto la formación de cristales

de hielo muy pequeños que no alteren la estructura celular de la carne y, por ende, no afecten la capacidad de ligazón.

b) **Materias grasas.** En términos generales se puede afirmar que las grasas más adecuadas para la elaboración de embutidos escaldados son las grasas de cerdo compactas, duras y en estado fresco. Grasas blandas, en cambio, por su bajo punto de fusión se pueden licuar prematuramente por la temperatura que se desarrolla en un cutter de alta velocidad, haciendo peligrar la emulsión final. Para prevenir este defecto es importante controlar muy bien la temperatura de picado o bien emplear estas grasas en forma de una emulsión con participación de un emulsionante proteico. Tejido graso demasiado untuoso o almacenado durante un período excesivo producirá en el embutido un sabor **más** débil (a veces incluso sabor rancio) y una deficiente estabilidad.

c) **Tejido conjuntivo.** Junto con las carnes magras y materias grasas, el uso de ciertos tipos de tejidos conjuntivos y carnes y órganos ricos en éstos, se ha transformado en una práctica generalizada. Si bien el tejido conjuntivo posee con frecuencia un elevado tenor proteico, el principal tipo de proteína que lo compone es el **colágeno** que, si bien tiene capacidad para fijar agua, no la tiene para emulsionar grasas. El tejido conjuntivo más frecuentemente empleado es la corchea o cuero de cerdo que puede utilizarse en estado fresco o crudo, sancochado o emulsionado, variando en cada caso sus propiedades y características:

- **Cuero crudo.** En éste las moléculas de colágeno se encuentran firmemente entrelazadas, haciéndole insoluble en agua, con una reducida capacidad fijadora de agua y muy difícil de picar con un cutter convencional. **Otro** inconveniente que limita las posibilidades de aplicación del cuero crudo es su alto grado de contaminación, lo que puede causar graves problemas de calidad en el producto final.
- **Cuero sancochado.** Las propiedades negativas del cuero crudo se pueden mejorar, al someterlo a una precocción o sancochado. El tratamiento térmico destruye gran parte de los microorganismos contaminantes, ablanda la textura del cuero, facilitando su picado y emulsificación. Al sancocharse el cuero, la estructura de las moléculas de colágeno se altera, rompiéndose una serie de ligaduras existentes entre ellas (46) y lográndose así un hinchamiento y una absorción de agua que resulta favorable para la estabilidad del embutido. Para optimizar este grado de estabilidad se ha generalizado el uso de emulsiones de cuero precocido, agua, materias grasas y un emulsionante de origen proteico (proteína de soya o caseinato).
- **Cuero tratado con ácidos orgánicos.** Este tratamiento reduce sustancialmente la carga bacteriana presente en el cuero crudo. Además se produce un acondicionamiento de los tejidos fibrosos del cuero y una hidrólisis parcial

del colágeno. Esto se traduce en un esponjamiento del producto tratado, pudiendo ser fácilmente picado y emulsionado en un cutter convencional. A diferencia de las proteínas cármicas (miosina y actina) cuyo punto isoeléctrico es de aproximadamente 5,2, el del colágeno está en pH 7. Esto quiere decir que a un pH 7 que es normal para el cuero crudo, su proteína presenta un mínimo de solubilidad.

Con la adición de ácidos (el pH de los cueros baja) se produce un notable aumento de cargas eléctricas libres en las cadenas peptídicas, lo que se traduce en un notable aumento en la capacidad de absorción y fijación de **agua** (46).

Elaboración de emulsiones cármicas

Si la primera condición básica para elaborar un embutido escaldado de alta calidad es la correcta elaboración de la materia prima, la segunda condición es la constitución y estabilidad de la pasta cármica, originada por el adecuado picado y emulsificación de las materias primas, procesos que habitualmente se efectúan en el cutter. El diseño de este equipo, el tipo, número y velocidad de giro de los cuchillos, como también el filo de estos últimos son, entre otros, factores que influyen en forma determinante en la elaboración de las emulsiones cármicas (47).

La cohesión óptima de la pasta depende del tiempo de picado y de la temperatura final de la emulsión (12-15°C). Un picado excesivo produce un aumento de la temperatura que provoca una disminución de la solubilidad de la proteína, explicable por su progresiva desnaturalización (47). La utilización de los modernos “cutter al vacío” que pican, mezclan y emulsionan las materias primas cármicas en ausencia de aire, ha permitido mejorar en forma notable la calidad y conservación de los embutidos escaldados. Algunas ventajas de este sistema son:

- Máxima extracción de las proteínas cármicas disponibles, puesto que, al estar la carne sometida a una presión negativa, las moléculas se hinchan y la carne se dilata, presentando una mayor superficie de corte.
- Eliminación del aire (y del oxígeno) durante el proceso del picado, situación que optimiza la curación de la carne, mejora la textura y presentación del producto final, creando así mismo condiciones muy favorables desde el punto de vista higiénico.
- Lo ideal en la elaboración de embutidos escaldados es no sólo elaborar la pasta en condiciones de vacío, sino de embutirla además mediante máquinas embutidoras al vacío, para no perder las ventajas de este sistema.

Equipos para ahumado y cocción.

Los tradicionales procesos de ahumar mediante leña y cocer en marmitas han sido gradualmente reemplazados por modernas cámaras de acero inoxidable

que permiten secar, curar, ahumar, cocer con aire seco o con vapor de agua, hornear y enfriar todo tipo de embutidos y cecinas en general. La precisa graduación de la temperatura, de la humedad relativa y de la circulación de aire y humo reduce los tiempos del proceso, produce menos pérdidas de peso y permite obtener productos más uniformes.

Los generadores de humo, generalmente acoplados a estas cámaras, trabajan en forma automática y sus bajas temperaturas de combustión, junto a los opcionales sistemas de lavado del humo, garantizan la producción de humo libre de impurezas y con un contenido mínimo de alquitranes e hidrocarburos cancerígenos.

Tripas para embutidos escaldados

Los tipos de tripas que en nuestro país se utilizan de preferencia para embutidos escaldados son:

- a) Tripas naturales, empleadas principalmente para embutidos de calibres reducidos, como algunos tipos de salchichas, gordas y productos afines. Al respecto resulta interesante destacar que el uso de tripas naturales se ha reducido considerablemente en el transcurso de los últimos años, debido en gran medida a su falta de aptitud para ser embutidos automáticamente con dispositivos ~~porcionadores-torcedores~~, sus elevados índices de contaminación bacteriana y su irregularidad en calibre y grosor.
- b) Tripas de colágeno, comestibles, cuya permeabilidad, ventajas higiénicas, uniformidad y facilidad para el procesamiento mecanizado la han convertido en una excelente y ventajosa alternativa de sustitución de las tripas naturales.
- c) Tripas fibrosas permeables, cuya porosidad y resistencia la hacen ser adecuadas para embutidos escaldados que requieren ser ahumados.
- d) Tripas fibrosas impermeables, constituidas básicamente de fibra celulósica, impregnada con celulosa regenerada y recubierta interna o externamente con una película plástica impermeable al paso del oxígeno y vapor de agua. Se suman en este caso las características de resistencia mecánica, capacidad de autocontracción y facilidad de pelado, a las importantes ventajas que proporciona un envase de alta hermeticidad. La impermeabilidad de este tipo de tripas impide, obviamente, el ahumado del producto.
- e) Tripas plásticas impermeables, entre las cuales merecen especial mención las tripas de cloruro de polivinilideno (**PVDC**). Un hecho tecnológico destacable, presentado al Sector Industrial por primera vez durante el año de **1983**, se refiere al desarrollo de un tipo de tripa de **PVDC** que puede ser ahumado como cualquier tripa permeable y que, después del tratamiento de ahumado y cocción del embutido, adquiere un grado total de impermeabilidad que favorece decisivamente la conservación óptima del producto final.

2.2. Cecinas escaldadas enteras. Corresponden genéricamente a productos elaborados en base a cortes anatómicos específicos que son procesados en su forma original o con un pequeño grado de desmenuzamiento, salados y curados generalmente por vía húmeda con incorporación de aditivos y aromatizantes permitidos, ahumados o no y sometidos a un tratamiento térmico final.

Productos representativos de este grupo de cecinas son el jamón cocido, jamón tipo americano, lomito ahumado y cocido, chuletas tipo Kassler, arrollado de lomo.

Materia prima

En su elección, que es principalmente carne de cerdo, el pH tiene una importancia decisiva, proporciona precisos antecedentes respecto a su capacidad para ligar agua, disposición para el curado, desarrollo de sabor y aroma y capacidad de conservación del producto final.

En términos generales, puede afirmarse que las carnes con pH 5,8 a 6,2 presentan condiciones ideales para la elaboración de cecinas escaldadas enteras (50). Un pH inferior afectaría seriamente la capacidad de retención de agua, en tanto que un pH más alto sería inadecuado para la normal curación y conservación de estos productos.

Adición de salmuera

Técnicamente existen dos maneras para adicionar salmuera a las carnes: por difusión o por inyección. La adición de salmuera por difusión es un método que en la actualidad se emplea muy esporádicamente, ya que la incorporación de los aditivos curantes es muy lenta. Se usa básicamente para curar trozos pequeños de carne que son introducidos, junto con la salmuera, en depósitos especiales de masaje o amasado mediante paletas (p. ej. para la elaboración de arrollados).

La adición de salmuera por inyección es un método de curación mucho más rápido, ya que se basa en la introducción de salmuera al interior de la carne, empleando una presión controlada, lo que permite una rápida y uniforme distribución de la salmuera y de sus componentes en el músculo. La inyección de salmuera se puede efectuar mediante dos sistemas diferentes:

- a) Inyección por vía arterial, que permite la incorporación de la salmuera de curación aprovechando la red capilar sanguínea que irriga los músculos. Es practicable sólo en trozos anatómicos enteros que mantienen intacta la estructura arterial. Presenta, en relación a las técnicas actuales de elaboración, dos inconvenientes básicos:
 - no es posible adicionar determinados aditivos que permiten obtener una mayor retención de agua en el producto final, ya que el sistema arterial no permite su difusión hacia el músculo;
 - los productos con huesos, inyectados mediante el sistema arterial, no pue-

den ser masajeados para lograr una activación proteica y una mejor distribución de la salmuera.

- b) inyección intramuscular, que **se** puede aplicar, incluso, a grandes piezas de carne, con o sin huesos, lográndose, en un tiempo muy reducido, una homogénea distribución de los agentes curantes, con lo que se acorta el proceso de curación. Este sistema posibilita la inyección de aditivos no difusibles a través de los capilares sanguíneos (ej. proteínas), permite inyectar todo tipo de productos y masajearlos posteriormente.

Masajeado de carnes inyectadas

El masajeado de carnes previamente inyectadas con salmuera curante es un sistema muy difundido en la actualidad, que **se** emplea con gran éxito para el tratamiento de trozos de carne, destinados a la elaboración de jamones cocidos, arrollados y productos similares. El masajeado provoca una activación y extracción de las proteínas miofibrilares, aumentando su capacidad de hidratación y ligazón **(49)**. Al efectuarlo bajo condiciones de vacío se obtienen ventajas adicionales, resultantes de la exclusión del oxígeno atmosférico y de la mayor apertura de la estructura muscular que optimiza la incorporación y distribución de la salmuera.

Existen diferentes sistemas de masajeado, entre los cuales cabe destacar los siguientes:

- Masajeado mediante sistema de paletas que se realiza en recipientes estáticos donde la carne es movida por brazos metálicos que giran sobre un eje vertical, produciendo una frotación de los tejidos musculares. Es un tratamiento mecánico poco intenso **(49)** y que no se realiza bajo vacío, por lo cual sus resultados no son óptimos.
- Masajeado por impacto (tumbling), proceso en el cual la carne gira en un tambor rotatorio, donde las piezas son levantadas hasta una altura determinada y luego caen sobre la masa de carne que se encuentra en el fondo del contenedor, produciendo una excelente distribución de la salmuera. Este tratamiento mecánico es más intenso, lo que favorece el hinchamiento de las fibras musculares y la activación de la proteína cárnica. Estos tambores generalmente están provistos de un sistema de vacío que contribuye a optimizar las ventajas de este proceso.
- Masajeado por acción pulmonar, basado en la aplicación alternada de vacío y sobrepresión sobre la carne inyectada, lo que provoca una enérgica acción sobre el músculo, favoreciendo la distribución y retención de la salmuera.

Factores importantes a considerar en el masajeado de las carnes son la intensidad del tratamiento mecánico, la duración del proceso, el reposo antes y/o después del masajeado y la temperatura del producto **(49)**.

3. CECINAS COCIDAS

Son productos elaborados con materias primas (carnes, grasas, cueros y otros órganos permitidos) precocidos, junto con algunos ingredientes crudos (hígado, sangre) que son picados y mezclados entre sí, con adición de sal, condimentos y aditivos autorizados, embutidos en tripas naturales o artificiales y sometidos a una cocción terminal y posterior enfriamiento.

Son productos perecibles que deben ser almacenados bajo condiciones de refrigeración.

Existen diversos tipos de cecinas cocidas:

3.1 Embutidos de hígado, constituidos básicamente por una emulsión o suspensión de materias primas cárnicas precocidas y estabilizadas por la acción emulsionante de las proteínas del hígado crudo, picado.

Materias primas

El empleo de materias primas frescas resulta aconsejable para obtener un producto final de óptima calidad. Las ventajosas propiedades emulsionantes del hígado fresco se pueden conservar hasta 3 meses, si éste es picado en estado fresco, con adición de un **2%** de sal y luego es congelado (44). Hígados almacenados bajo condiciones de refrigeración durante un tiempo excesivo no sólo pierden parte de sus propiedades emulsionantes, sino que originan sabores amargos y ácidos en los embutidos.

Para la elección de las carnes, materias **grasas**, cueros y **otros** órganos que son sometidos a una precocción, si no es posible emplear productos frescos, provenientes de matanza reciente, es de especial importancia refrigerarlos de inmediato. Estas materias primas deben ser sancochadas en forma cuidadosa. Una sobrecocción puede disminuir notablemente la estabilidad de la emulsión, originándose además productos secos, fibrosos y carentes de aroma. Los embutidos de hígado de calidad simple, elaborados con adición de cantidades apreciables de cuero de cerdo precocidos, pueden sufrir alteraciones intensas durante la cocción final del producto, por la retracción que experimentan las moléculas de colágeno. Esto provoca con frecuencia separación de grasa. La adición de emulsionantes proteicos (proteínas de soya o caseinato) contribuye a mejorar la estabilidad y consistencia de estos embutidos.

Elaboración de la emulsión

En los sistemas tradicionales de elaboración, la precocción de las materias primas se efectúa en agua, a temperaturas de 80 a 85°C, o bien hasta lograr una temperatura interna de **65 a 68°C** (43). Durante la precocción se produce una importante merma de peso de los productos que puede ser compensada adicionando a la emulsión final determinada cantidad de “caldo de precocción”.

Como el principal recurso de proteínas funcionales lo constituye el hígado,

es importante picarlo en el cutter, en forma independiente, en estado crudo y en presencia de fosfatos y sal para activar y solubilizar sus proteínas.

Las **materias primas** sancochadas **se** pican y emulsionan generalmente, en estado caliente, en el cutter hasta obtener una pasta fina y homogénea. Una vez que la temperatura de ésta haya descendido de los 60°C, **se** añade el hígado picado; ya que a temperaturas mayores **se** puede producir una parcial desnaturación de las proteínas del hígado, reduciendo su efecto emulsionante y estabilizante (43).

La masa final debe embutirse rápidamente ya que, por su temperatura, constituye un substrato donde a breve plazo pueden desarrollarse microorganismos que pueden provocar acidificación y cambios de coloración en el producto final.

La tecnología de elaboración de embutidos cocidos ha experimentado un notable desarrollo gracias al empleo de los modernos cutter al vacío con dispositivo de cocción, incorporado. Con este equipo, tanto la carne, como las grasas y otras materias primas son sometidas en forma simultánea a un proceso de calentamiento y picado. Así **se** excluyen mermas por cocción ya que todos los constituyentes propios de la materia prima permanecen en la pasta emulsionada, obteniéndose mejor calidad, consistencia y rendimiento en el producto final. El hecho adicional de efectuar la emulsión al vacío también permite la extracción del aire, previniendo fenómenos de rancidez oxidativa y mejorando la conservación del embutido.

3.2. Embutidos de sangre. Están constituidos, en general, por una base homogénea y emulsionada de sangre y cuero de cerdo precocido, a la cual ocasionalmente **se** incorpora tocino, cortado en cubos. Según el tipo de embutido, esta masa primaria es mezclada con trozos de carne, lengua y otros productos generalmente sancochados.

En este tipo de embutidos la capacidad de corte y la textura lograda después de su cocción terminal y enfriamiento **se** debe a la coagulación térmica de la proteína sanguínea y a la solidificación de la masa gelatinosa derivada del cuero picado.

Materias primas

Tanto la frescura de las materias primas y su oportuna refrigeración, como las condiciones higiénicas de la sangre y el cuero en forma especial, son factores decisivos para obtener productos de inmejorable calidad. Para la fabricación de embutidos de sangre se usa de preferencia sangre de cerdo, por ser ésta de color más claro y de sabor más agradable. Cuando la sangre fresca no puede ser utilizada de inmediato, debe almacenarse refrigerada (2-4°C) añadiéndole además un 2% de **sal** y opcionalmente nitrito sódico para mejorar su conserva-

ción. El proceso de oscurecimiento natural que experimenta la sangre durante su almacenamiento se puede revertir, entibiándola y agitándola con vigor, poco antes de su utilización. Con ello se le incorpora oxígeno y se forma abundante oxihemoglobina, aclarándose el color de la sangre.

Los cueros a emplear deben ser frescos y bien refrigerados. Su posterior precocción debe efectuarse en forma cuidadosa para no afectar la capacidad gelificante de las proteínas colágenas.

- En relación a las materias grasas, es recomendable utilizar tocino fresco para prevenir la formación de aromas inadecuados en el producto final. Si se emplea tocino cortado en cubos, éste es sancochado y, antes de su incorporación a la pasta base, resulta conveniente enjuagarlo con agua muy caliente para desprender la grasa untuosa superficial (45).

Tanto los trozos de carne o de lengua, utilizados con frecuencia en la elaboración de embutidos de sangre, generalmente son curados por inyección y posteriormente sancochados. La temperatura de precocción no debería exceder de 85°C para evitar mermas mayores de peso y pérdidas de aroma.

Elaboración

Para obtener el color rojo adecuado y estable en esta clase de cecinas es necesario controlar atentamente la preparación de la masa de cuero picado y sangre. Si se desean colores claros se deberá emplear sangre precurada, bien batida y no sobre-dosificar este producto.

Los cueros precocidos son finamente picados en el cutter, en el estado más caliente posible. La consistencia final del producto se puede regular, añadiendo al cuero cantidades definidas de caldo de precocción.

La incorporación de sangre debe efectuarse cuando la pasta de cuero tenga una temperatura inferior a 60°C para evitar una coagulación anticipada de la proteína sanguínea y prevenir el oscurecimiento de la masa resultante.

A una temperatura entre 40 y 50°C se agrega finalmente el resto de los ingredientes, en estado caliente. Después de un adecuado mezclado se debe embutir en forma inmediata, ya que un enfriamiento prematuro puede solidificar la pasta de cuero y **sangre**, dificultando el proceso del embutido (43).

Este tipo de embutidos, por el alto contenido de sangre y cuero, posee un pH elevado, condición ideal para el desarrollo, tanto de microorganismos putrefactores como también de cepas que pueden provocar intoxicaciones alimentarias. Por ello es fundamental, al cocer el producto embutido, lograr una temperatura interior de 72 a 75°C, luego enfriarlos en forma inmediata y mantenerlos bajo condiciones de refrigeración.

Tripas para embutidos cocidos

En la actualidad, la mayor parte de las cecinas cocidas se embuten en tripas artificiales. Sólo para algunos productos tradicionales, como paté de campo,

prietas y algunos otros, **se** utilizan aún tripas naturales. En cuanto a las tripas artificiales más utilizadas cabe destacar que en su mayoría son del tipo impermeable puesto que son escasos los embutidos cocidos que se ahuman. Entre estas tripas se **pueden** señalar las **fibrosas** impermeables **y** las tripas plásticas, especialmente **de** poliéster y de cloruro de polivinilideno. Las tripas plásticas se usan también para la elaboración de ciertos embutidos de sangre y fiambres de gelatina (ej. **queso de** cabeza), en combinación con el uso de moldes metálicos para proporcionar una forma particular al producto terminado.

X. ANALISIS DE LA CARNE Y SUS DERIVADOS

Experimentar es preguntar a la naturaleza: la cuestión es idear el experimento en tal forma que la respuesta sea clara y comprensible.

La determinación cuantitativa de parámetros medibles y la comparación de los resultados así obtenidos constituyen el fundamento esencial de toda pesquisa experimental.

1. ANÁLISIS SENSORIAL APLICADO A CARNE Y DERIVADOS (Prof. E. Wittig de P.) (3).

La necesidad de implantar sistemas de control de calidad en la Industria de Alimentos ha impulsado el desarrollo de diferentes técnicas encaminadas a entrenar paneles de jueces que tendrán por función detectar diferencias en los productos que elaboran o bien comparar su calidad con la de la competencia. El desarrollo y crecimiento de la Industria de Alimentos han ido acompañados del desarrollo de nuevas técnicas para evaluar sensorialmente aroma y textura en forma bastante precisa. El entrenamiento de estos jueces es de gran importancia ya que los juicios deben ser homogéneos y las escalas de intensidad y calificación idénticas, además es necesario que las técnicas de percepción sean uniformes (55).

Alemania cuenta desde 1977 con un círculo de calidad para productos cárneos, en Kulmbach. En este Instituto se organizan jornadas de entrenamiento de jueces que evaluarán productos de diferentes industrias, presentados por los mismos industriales, con el fin de otorgarles premios de calidad (gran premio, premio de plata, premio de bronce).

La Escuela americana recomienda entrenar con especial insistencia en pruebas diferenciales de jugosidad, terneza y cantidad de tejido conectivo (56) utilizando un “test descriptivo de atributos” (57).

Los iniciadores publicaron en 1978 las normas que debían regir la selección, entrenamiento y evaluación de un panel descriptivo que fuera confiable para evaluar ciertas características texturales de la carne (58).

Estas normas son generales y pueden ser aplicables a otros alimentos. Su ventaja reside en que han sido propuestas para estandarizar procedimientos

dentro de la Industria y entre las Industrias de Alimentos. Se señalan **4** pasos a seguir (58):

Entrevista personal:

Este paso permite preseleccionar candidatos entre **20** y **60** años. Se les informa sobre la naturaleza general del problema para el cual serán entrenados y la importancia del rol de cada integrante en el éxito del panel, además de las expectativas de resultados que se desea alcanzar. Con la información reunida es posible descartar los candidatos que no demuestran interés, o tiempo, o salud suficiente; además permite clasificarlos para ser entrenados en pruebas de rutina o tests específicos, o en análisis descriptivo.

Selección:

Las normas de selección se enfocan a aquellos parámetros que serán medidos en la problemática que se planteará. Los tests triangulares son muy usados para determinar el nivel de discriminabilidad alcanzado. Generalmente se parte del doble de personas y mediante un análisis secuencial de los datos (60) es posible disminuir el número de tests triangulares necesarios para aceptar a los mejores o rechazar los peores; si no se puede tomar una decisión en este sentido, la misma gráfica indica cuándo se debe seguir entrenando (59, 60).

Entrenamiento:

Se refiere a:

- familiarizar al individuo con las técnicas y procedimientos de evaluación;
- desarrollar la habilidad individual para reconocer e identificar atributos sensoriales;
- desarrollar la sensibilidad individual y la memoria sensorial, de tal forma que los juicios sean precisos y consistentes.

Es necesario estandarizar la cantidad de carne que llevarán a la boca. Se recomienda dos trozos de **1,27 × 1,27** y **1,90** cm de espesor. Para tener muestras de diferente tejido conectivo, se puede usar carne de diferentes edades (**9** meses a **10** años). Para entrenar en carne dura con escaso tejido conectivo se usa carne de animales jóvenes, descongelada. Para tener estándares de diferentes jugosidad se cocinaron bifes a **60°C** para medio asado y a **80°C** para bien asado.

Se procede a entrenar el panel para evaluar diferencias en terneza, en jugosidad y en tejido conectivo que permanece luego de la masticación. Estos no son los únicos atributos en carne; pero se seleccionaron por ser los más predominantes en una evaluación de textura (56).

Evaluación de los resultados:

En general, el panel debe evaluarse al cabo de **10-12** sesiones de entrenamiento.

Escuela Germana: Se hacen también recomendaciones de cómo seleccionar jueces que, en alguna medida, coinciden con las descritas (55). En general se trata de comprobar la capacidad del individuo sano para percibir - reconocer - comparar - ordenar - discriminar - describir - calificar y juzgar los estímulos. Los tests de selección están orientados en este sentido. Se inicia con el reconocimiento de los 4 gustos básicos (55, 60). En una segunda etapa se entregan los gustos básicos como parte de una masa modelo de pasta de hígado que se elabora especialmente según la siguiente receta: carne de cerdo magra: 63%; tocino: 27%; hígado de cerdo: 10%.

La carne se coloca por 15 minutos y el tocino durante 10 minutos en agua a 90°C, y luego se homogeneiza durante 15 minutos en el cutter. Se adiciona el hígado ya homogeneizado, a 50°C, y una vez obtenida la emulsión se adiciona el gusto básico correspondiente, disuelto en agua, con ayuda de agitación. Se envasan en tripas sintéticas de 60 mm de calibre y se cocinan a 72°C por una hora. Luego, se enfría con agua, se cortan en torrejitas de 2 cm de espesor.

Se continúa con una prueba de reconocimiento de aromas; se usa una base de cecina escaldada a la que se adicionan los condimentos molidos naturales en concentración mayor que la habitual. Se comienza entregando una muestra por sesión, luego se combinan 3-4 muestras diferentes y controles sin aroma. Así p. ej. se elaboran salchichones (55) con cada uno de los siguientes condimentos: pimienta de Jamaica (allspice): 0,5 g/kg; comino: 1,0 g/kg; pimienta blanca: 3,0 g/kg; clavos de olor: 0,5 g/kg; ajos: 0,6 g/kg y macis: 1,2 g/kg.

Previo a esta prueba conviene hacer una de reconocimiento de unos 12-15 condimentos diferentes que deben ser reconocidos sólo por el aroma (60). A continuación se hacen tests de valoración con escala; se elaboran cecinas de diferente consistencia, especialmente para esta prueba una muy firme y otra muy deficiente en ligante.

Posteriormente se realizan tests de diferencia; se practica el tests triangular con salchichones escaldados que tengan dos niveles diferentes de salado, por ejemplo 0,2 y 0,3% de sal (60).

Se completa el entrenamiento con el test de ranking que consiste en jerarquizar soluciones acuosas de los gustos básicos (55).

Metodología recomendada para evaluar los productos cárnicos:

En la elaboración y comercialización de productos chicos hay diferentes etapas que deben ser superadas, a veces con el apoyo de evaluación sensorial. Los tests señalados a continuación pueden ser consultados en la literatura especializada en el tema (55, 58, 60).

— **Problemas relacionados con la calidad:** Test de puntaje compuesto y puntaje para intensidad de defectos. Test de valoración descriptivo de calidad por parámetro de Karlsruhe.

- Desarrollo de productos:** Test de diferencias: comparación pareada dúo-trío y triangular.
- Comparación con la competencia:** Test de ranking para calidad o para una determinada característica.
- Aceptabilidad o preferencia:** Escala hedónica. Ranking de preferencia. Pareado preferencia.

2. RECONOCIMIENTO DEL ESTADO-CONSERVACIÓN

2.1. Caracteres organolépticos.

La carne de bovino adulto debe presentar un color rojo-rosáceo vivo y de aparienciamarmórea y brillante: al tacto será firme-elástica, ligeramente húmeda. Al cortarla debe presentar un olor fresco y dejar escurrir una pequeña cantidad de jugo con reacción débilmente ácida al tornasol. La grasa que la acompaña será firme al tacto y no debe presentar puntos hemorrágicos. Debe carecer de color verdoso o anormal y de olor extraño o rancio.

2.2. Investigación de amoníaco.

En un tubo se colocan 3 ml de reactivo de Eber, constituido por mezcla de HCl, etanol y éter (1 + 3 + 1), se suspende un trozo de carne con un alambre de modo que quede a 2 cm de la superficie líquida y se observa si se forman humos blancos NH_4Cl . También se puede hacer una incisión en el tejido muscular y acercarle una varilla que lleva una gota de reactivo de Eber en el extremo, observando los humos blancos que se desprenden.

La investigación de H_2S y NH_3 no puede aplicarse a las conservas, pues el simple calentamiento puede liberar estos gases.

2.3. Reacción.

La determinación del pH en carnes desempeña, junto con los exámenes de **coloración** y **textura**, un papel importante en el control de calidad, tanto durante el transcurso de su elaboración, como en el producto terminado. Como es sabido, esta determinación puede efectuarse por métodos potenciométricos o colonmétricos. La determinación electrométrica directa del pH en el tejido muscular puede practicarse, pero el manejo, ajuste y fragilidad del instrumento en el matadero o en la industria suele ser difícil. Por otra parte, la aplicación de papeles coloreados, indicadores de pH, no da resultados satisfactorios debido a que los colorantes destiñen y se presenta el “error de proteínas” debido a reacciones secundarias entre los colorantes del papel y las proteínas de la carne. Más práctico es el uso de una varilla plástica especial de Merck con 2 **zonas reactivas** cuyo color resultante se compara con los de una escala que abarca el margen de pH de 5,2 a 7,2. Para su aplicación se hace en la carne de la musculatura elegida (por ejemplo de la nuca, exenta de grasa y de tejido

conjuntivo) con ayuda de un cuchillo apropiado una *incisión en sentido perpendicular a la dirección de las fibras de la carne*, hasta una profundidad de unos 2½ cm. Luego se saca el cuchillo y en el lugar del corte se introduce la varilla de pH con las zonas indicador hacia adelante hasta unos 2 cm de profundidad. Se comprime fuertemente el tejido muscular desde arriba y abajo del lugar de la medición durante 2-5 segundos para que las zonas reactivas queden totalmente impregnadas con el jugo de la carne. Inmediatamente después se comparan ambas zonas de color de la varilla con las 2 zonas coloreadas de la escala de comparación, varias veces en forma alternada. pudiendo apreciarse 0,1 a 0,2 unidades de pH (61).

Por otra parte, la N.Ch. 1370/X (62) describe la determinación potenciométrica del pH en carne y derivados, tanto en productos que pueden ser homogeneizados como en aquellos que no lo pueden ser.

3. EL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LA CARNE Y DERIVADOS

3.1. *Contenido total de agua.*

Se puede determinar por desecación hasta peso constante, ya sea en una estufa al vacío (menos de 100 mm Hg) a **80-100°C**; o en estufa comente o de ventilación forzada a 100-103°C.

Para una mayor división de la muestra puede ser necesaria su desecación junto con un peso conocido de arena calcinada, tamizada y lavada, como lo prescribe la N.Ch. 1370/II (62).

3.2. *Agua agregada a productos cárnicos.*

Existe en la carne una cierta relación relativamente constante entre sus contenidos de agua y de proteína. De allí que se han establecido fórmulas generales para calcular la posible cantidad de agua extraña, agregada a cecinas. La AOAC (53) indica la siguiente:

Porcentaje de agua agregada = $(W - 4P) / (1 - 0,01 W + 0,04 P)$ en que $W = \%$ de H₂O y $P = \%$ de N $\times 6,25$ (corregido si hay presentes otras proteínas o sales nitrogenadas).

Más simple pero más discutida en la aproximación de sus resultados es el antiguo índice de Feder (63): $X = W - P \times F$, en que $W = \%$ de agua original, $P = \%$ de proteínas (o de sustancia seca, exenta de grasa y cenizas) y "F" = 4,0 para carne de vacuno y 4,5 para carne de cerdo. La cantidad de agua agregada entonces a 100 g de la carne original sería: $100X / 100 - X$.

3.3. *Actividad de agua (a_w) y su determinación.*

En productos higroscópicos, es decir, que absorben humedad por diferentes mecanismos (por formación de hidratos, por la energía superficial, difusión, condensación, disolución o una reacción química) las moléculas de agua,

presentes en el producto, no son retenidas por él con la misma intensidad o energía. En efecto, sólo una parte del agua total contenida puede *intercambiarse* en condiciones normales entre el producto y el ambiente gaseoso que lo rodea (normalmente aire). Por lo tanto, el contenido total de agua comprende una porción *inmovilizada* o *ligada* tenazmente por fuerzas físicas (atribuidas a fuerzas de Van der Waals o de formación de enlaces de H) a componentes polímeros como proteínas y polisacáridos, de modo que no se congela, ni actúa como disolvente; la otra porción corresponde al agua *libre* o *activa* que se evapora por el calor tan fácilmente como el agua de la arena húmeda (SiO_2).

Si se coloca entonces el producto en un recipiente cerrado que forma una cámara de aire, el producto intercambia vapor de agua hasta llegar a una situación de equilibrio.

Esta porción de agua activa o libre se mide habitualmente en términos de su presión de vapor, expresada como porcentaje de la “humedad relativa de equilibrio” generada por el producto en dicho sistema cerrado y a temperatura constante. Son, por lo tanto, las diferencias en las presiones de vapor de agua y no el contenido total de agua las que determinan el *inrrcambio* en el producto y su medio circundante, como lo es el aire u otros productos que están en su contacto.

Se entiende por “actividad de agua” con el símbolo a_w , a la relación entre la presión de vapor del agua contenida en el producto y la del agua pura, a la misma temperatura. Siendo igual a 1 para el agua pura, los valores en los diferentes productos son inferiores a la unidad y en el caso de los alimentos esta disminución en la presión de vapor del agua contenida con respecto al agua pura se debe a las siguientes circunstancias:

- a) *Interacción* de las moléculas de agua con los grupos polares de los componentes polímeros de los alimentos (proteínas, polisacáridos);
- b) *disolución* de componentes hidrosolubles de los alimentos (sales, azúcares);
- c) presencia de agua dentro de los *poros capilares*, la cual ejerce una presión menor que el agua existente en la superficie plana, por la distribución heterogénea del agua en el alimento.

Se llama curva *isoterma de adsorción* a la expresión gráfica de la relación funcional entre el contenido total de humedad de una sustancia y su actividad de agua, a una temperatura constante. En el *campo de los alimentos* el conocimiento de estas isotermas de adsorción es necesario para el cálculo y el control de los procesos de deshidratación de alimentos, pues la velocidad con la cual es posible remover el agua por evaporación es directamente proporcional a la diferencia en presión de vapor entre el producto y su medio circundante.

La actividad de agua puede influir significativamente en el efecto de esta

agua libre sobre los caracteres organolépticos de los alimentos (aspecto, color, sabor, aroma y textura).

En general, la velocidad de muchas reacciones químicas decrece al disminuir la a/w y la estabilidad en el almacenamiento de alimentos alcanza su máximo a valores de a/w de 0,2 a 0,4 (véase Figura 6).

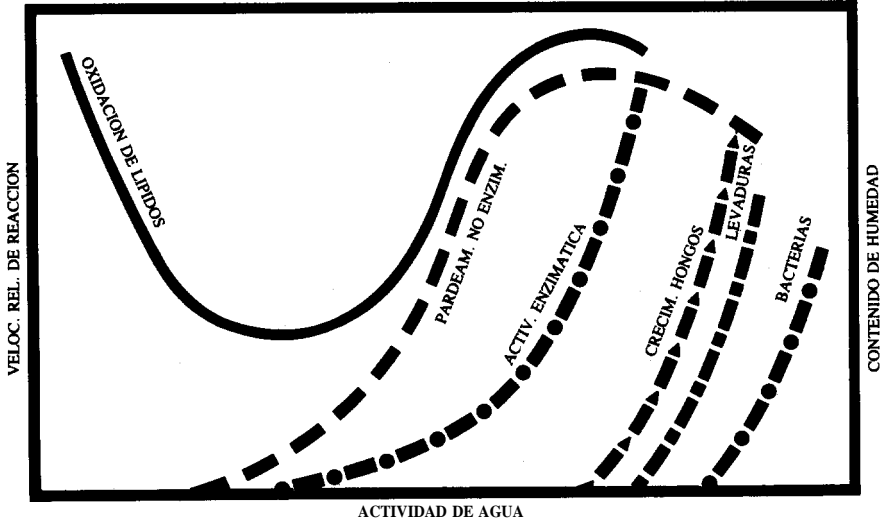


FIG. 6: ESTABILIDAD DE ALIMENTOS EN DEPENDENCIA DE LA ACTIVIDAD DE AGUA (71).

Así la *oxidación* de lípidos, de los carotenos y de la mioglobina de la carne, es retardada a valores muy bajos de a/w (por debajo de 0,3) pero vuelve a subir en a/w de 0,55-0,85 (71). En la *reacción de Maillard*, la intensidad del pardeamiento se vuelve mayor al aumentar los valores a/w , alcanzando su máximo a un $a/w = 0,6$ a 0,7; si aumenta aún más la a/w , esta reacción se vuelve rápidamente más débil. También las *reacciones enzimáticas* requieren de la movilidad del agua para favorecer el contacto del substrato con la enzima y así, su mayoría, aunque no *todas*, experimentan un retardo al disminuir la a/w a valores inferiores a 0,8.

Aunque no da información sobre el estado de combinación o enlace del agua con los demás componentes del alimento, la actividad de agua expresa mejor su estado biológico, pues se refiere a aquella porción del agua total que está disponible para el desarrollo de los *microorganismos*. En efecto, cada grupo o especie de microorganismo posee su propio valor mínimo de a/w , por debajo del cual su crecimiento y actividad metabólica son imposibles, como se desprende de la siguiente tabla (65):

Microorganismo	Rango de a/w para el crecimiento	Valor mínimo de a/w para el crecimiento
Bacterias	0,91 - 0,99	0,85
Levaduras	0,85 - 0,93	0,79
Hongos	0,80 - 0,90	0,62

3.3.1. Determinación de la actividad de agua. Numéricamente la *a/w* equivale a **1/100** de la Humedad Relativa de Equilibrio (HR) generada por el producto en un sistema cerrado:

$$a/w = \frac{p}{p_0} = \frac{HR}{100}$$

Como lo señala la **AOAC (53)** se puede determinar la HR por técnicas *manométricas* que miden la presión parcial de vapor o por el *punto de rocío*, o sea la temperatura por debajo de la cual comienza la saturación y el agua se precipita en forma de gotas. apreciable por un sistema de espejo y enfriamiento.

3.3.2. Para análisis rutinarios de control de calidad puede recurrirse al *medidor de a/w de Lufft (65,66)* que se basa en medir la humedad relativa por los cambios en sentido longitudinal de las dimensiones de un hilo delgado de poliamida, absorbente de humedad.

El instrumento (véase Fig. 3) **se** compone de una cubeta para contener la muestra que **se** puede cerrar herméticamente con una tapa en la cual están ubicados un termómetro capilar (**0-40°C**) y el hilo de poliamida con la escala que abarca los valores *a/w* de **0,7** a **1,0**. Siempre es necesario ajustar semanalmente el instrumento, colocando en la cubeta unos **4** discos de papel filtro, bien impregnados con solución saturada de $BaCl_2$. Se cierra herméticamente (evitando el contacto con el hilo de poliamida de la tapa) y después de **3 a 4** horas se ajusta mediante el tomillo lateral de la tapa a un valor de *a/w* de **0,90**; **se** recomienda **confirmar** este ajuste, repitiéndolo.

Para la determinación, se llena la cubeta con la muestra, p. ej. embutido crudo, en cubos o tajadas, a lo más hasta el borde inferior del anillo de la empaquetadura entre cubeta y tapa y se cierra. Después de **3 1/2** horas —tiempo necesario para equilibrar la *a/w* de la muestra con la humedad relativa del aire contenido en la cubeta— **se** hace la lectura en la escala, a **20°C**. Entre **15 y 25°C** **se** pueden aplicar los siguientes factores de corrección (65):

15°C = -0,010	19°C = -0,002	23°C = +0,006
16°C = -0,008	20°C = ±0,000	24°C = +0,008
17°C = -0,006	21°C = +0,002	25°C = +0,010
18°C = -0,004	22°C = +0,004	

La muestra debe estar previamente a la temperatura ambiente de **20°C**, la

cual no debe sufrir cambios bruscos. Antes de hacer una nueva determinación, se espera unos 10 min. hasta que la aguja de la escala retroceda a un a/w de 0,6, correspondiente a la HR del aire ambiente (65).

Para determinaciones más exactas de la a/w se recurre actualmente también a técnicas indirectas mediante sensores cuyas características eléctricas varían según la humedad relativa a que se exponen.

3.3.3. Entre los higrómetros eléctricos que se basan en cambios de la *conductibilidad* eléctrica se encuentra el Rotronic Hygroskop (véase Fig. 4) fabricado en Suiza (67). Se compone fundamentalmente de una cámara metálica de medida, debidamente sellada para mantener el vacío y evitar la influencia de la humedad exterior. Mediante un dispositivo adecuado la temperatura de la cámara, la sonda y la muestra debe mantenerse constante a 25°C. Se mide entonces la resistencia eléctrica del sistema formado por el producto y los dos electrodos (entre los cuales se encuentra una sustancia higroscópica) mediante un puente electrónico, usando una señal de alta frecuencia.

3.3.4. El higrómetro eléctrico *Humicap* (véase Fig. 5) de la firma finlandesa Vaisala (68) consiste en un indicador de HR (0-100%) y temperatura (-40 a +80°C) y de una sonda con una película de un polímero dieléctrico de 1 μm de espesor que absorbe las moléculas de agua a través de un delgado electrodo metálico y causa cambios en la *capacitancia* eléctrica que son proporcionales a la HR. Existen modelos con microprocesador que permiten la determinación continua de HR y temperatura, con resolución digital simultánea.

3.3.5. En estos higrómetros eléctricos la obtención de medidas exactas exige su adecuada calibración mediante curvas patrones que se obtienen con soluciones saturadas de sales que suministran un rango apropiado de valores a/w . Favetto et al. indican al respecto la siguiente tabla recomendada por Chirife et al. (69) a 25°C:

Solución saturada de:	a/w	Solución saturada de:	a/w
NaCl	0,752	BaCl ₂	0,902
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,802	KNO ₃	0,926
KCl	0,843	K ₂ SO ₄	0,974

Otro punto esencial consiste en respetar en las lecturas el debido tiempo hasta alcanzar el equilibrio de la humedad relativa dentro de la cámara, lo que depende mucho del producto por medir y del nivel de a/w . La FDA y la AOAC recomiendan lecturas a los 15, 30, 60 y 120 min. (con intervalos posteriores a 60 min.) después de haberse ajustado la temperatura. Se reconoce que se ha llegado al equilibrio cuando 2 lecturas consecutivas varían en menos de 0.01 a/w .

DIFERENTES INSTRUMENTOS PARA MEDIR ACTIVIDAD DE AGUA (a.)

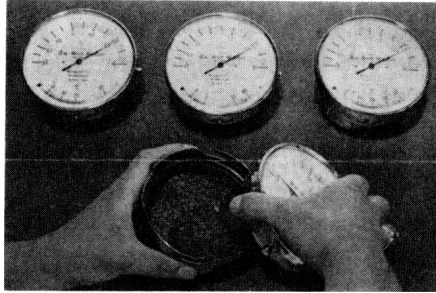


FIG. 3: MEDIDOR DE a, SEGUN LUFFT (66).
ARRIBA: MEDIDORES CERRADOS.
ABAJO: UNO ABIERTO CON LA MUESTRA
(TAJADAS DE EMBUTIDO CRUDO).

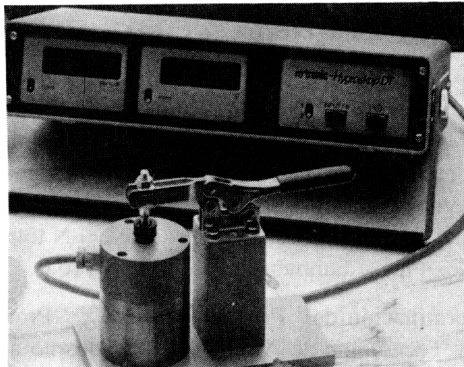


FIG. 4: HIGROMETRO ELECTRICO "ROTRONIC HYGROSKOP" (67).

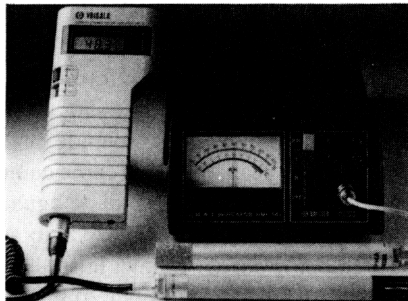


FIG. 5: HIGROMETRO ELECTRICO "HUMICAP" DE VAISALA LTDA. (68).

Estos instrumentos suelen tener limitaciones por las interferencias debidas a otros componentes volátiles del producto, lo que debe tomarse eventualmente en cuenta en la elección del método a seguir.

3.3.6. Un método directo muy simple, pero sólo adecuado para medir valores altos de a/w (**0,85-0,98**) describen P.T. Vos y T.B. Labuza (70). En cada uno de 3 pesa-filtros se colocan 2 g celulosa microcristalina (Avicel FMC Corp., Marcus Hook, Pa) previamente desecada en estufa al vacío por 48 h., 100°C, 29 mm Hg. Se ubican destapados en un desecador al vacío, junto con 50 a 100 g de la muestra del alimento. El desecador es evacuado durante 1,5 min. y luego se mantiene a 35°C durante 24 h. Se deja entrar gradualmente el aire durante 5 min. y se vuelven a **pesar** los pesa-filtros tapados y limpios para determinar así su **aumento de peso**. Soluciones de ácido sulfúrico de concentración conocida se usan para preparar una curva patrón que enfrente valores a/w con los contenidos de humedad de la celulosa microcristalina en equilibrio, a 35°C.

4. COMPONENTES NITROGENADOS DE LA CARNE

4.1. *Proteínas totales.*

Se determina el nitrógeno total según Kjeldahl (6). 1 ml de H_2SO_4 N/10 equivale a 0,0014 g de N; **al** multiplicar por 6,25 se obtienen las proteínas totales. En productos **cárnicos** que contienen otras proteínas este factor debe corregirse de acuerdo a su contenido de N. En presencia de nitritos y/o nitratos adicionados en mayores cantidades debe **restarse** del N total aquel correspondiente a estas sales (véase también N.Ch. 1370/V) (62).

4.2. Para la determinación de “Proteínas puras” y “Proteínas digeribles” véase “Ciencia y Tecnología de Alimentos” del mismo autor (6).

Restando de la proteína total la suma de los contenidos en: colágeno, en extractivos nitrogenados no proteicos (calculables por diferencia entre proteínas totales y puras) y en proteína **extraña** (eventualmente presente) se **puede** calcular el contenido del producto en carne magra, exenta de colágeno.

4.3. *Nitrógeno de aminoácidos* (por titulación formólica según Sørensen). En un vaso de precipitados **se** pesa la muestra (1,5-2 g de sopas **deshidratadas** o caldos; 0,25-0,4 g de extracto de levadura) o se mide una **alícuota** del filtrado, obtenido por extracción acuosa exhaustiva de la carne como **se** indica más abajo para creatinina total. Se disuelve en unos 20 ml de agua, **se** agregan 3 ml de $BaCl_2$ al 10% y se titula **potenciométricamente** y bajo agitación, con NaOH N/10 hasta pH 7,0. En caldos y sopas se lleva la solución, **ya** adicionada de $BaCl_2$, a 100 ml con agua, **se** filtra y se titulan 20 ml del filtrado con NaOH N/10. **A** la solución así neutralizada se agregan, bajo agitación, 10 ml de

solución de formalina previamente llevada a pH **9.2** con NaOH N/10 y esta mezcla se vuelve a titular con NaOH N/10 hasta pH **9.2**.

Para el cálculo, se multiplican los ml de NaOH N/10 gastados en la última titulación por **1,4** y al valor calculado para **100** g de la muestra se le resta el % de N amoniacal de la misma.

4.4. Nitrógeno amoniacal.

(amoníaco más aminas volátiles) (6). En un matraz apropiado se pesan **2** g de caldos, sopas o salsas o **10** g de carne, pescado, etc., finamente divididos y se agregan **300** ml de agua, **2** g de MgO, dos piedrecitas pómez y gotas de alcohol octílico como antiespumante. Se destila en comente de vapor de agua hasta recoger unos **100** ml de destilado en un matraz que lleva la punta del refrigerante sumergida en **25** ml de ácido bórico al **2%** y gotas de indicador usado para la determinación del N total. Después de enjuagar el aparato con un **poco** de vapor, al bajar el matraz colector, se titula el destilado con ácido N/10. Cada ml de ácido N/10 equivale a **1.4** mg de N amoniacal. Se puede aplicar también la destilación directa durante **25** min.

4.5. Creatinina total.

Los tres métodos que se describirán a continuación **se** basan en transformar la creatina presente (con pérdida de una molécula de agua) en creatinina por calentamiento en medio ácido y en la medida espectrofotométrica del color anaranjado o rojo que da la creatinina con picrato de sodio según la antigua reacción de Jaffé.

4.5.1. **1 g ± 0,1 g**, exactamente pesado, de extracto de carne (o el peso correspondiente de caldo o sopa) se disuelve en agua tibia y **se** completan **100** ml con agua. **5** ml de esta solución se evaporan a sequedad junto con **10** ml de HCl 2 N. **Al** residuo se agregan **25** ml de agua y se purifica por paso a través de una capa de **15** g de óxido de aluminio **90** seg. Brockmann (Merck) contenido en una columna de **2,5** cm de diámetro interno y provista de tapón de algodón. Del eluido recogido, **se** evaporan **5** ml con **2** gotas de HCl 2 N. El nuevo residuo **se** disuelve en **2** ml de agua y se agregan **1,5** ml de solución acuosa saturada de ácido pícrico y **1** ml de NaOH al 10%. Después de **5** min. **se** completan **200** ml con agua y se mide la absorbancia a **500** nm, contra un blanco de la mezcla de ácido pícrico y NaOH, llevada también a **200** ml.

Se construye una curva de calibración, midiendo: **6,5 - 6,75 - 7,0** y **7,25** ml de una solución tipo de creatinina, agregando a cada porción las mismas cantidades de ácido pícrico y NaOH y completando también a **200** ml. La solución tipo puede obtenerse, pesando **1,603** g de creatinina-cloruro de zinc y completando **1** litro con HCl 0,1 N (**1** ml = **1** mg de creatinina); después se diluye **10** veces (**1** ml = **0,1** mg creatinina). Por otra parte: g creatinina x **1,16** = g creatina (**53,73**).

Este método original de Hadorn (72) incluye, después de la segunda evaporación, todavía una extracción con 4 veces 5 ml de éter etílico y su evaporación, pero C.A. Artuso y colab. (73) han demostrado que se puede suprimir este paso, sin desmedro de la exactitud, al promediar los resultados de 3 ensayos paralelos.

4.5.2. La técnica de la AOAC (53) se basa en una extracción exhaustiva de la carne con agua fría, y el filtrado, adicionado de HCl, se hidroliza al autoclave a 120°C por 20' (o bien, se hierve a reflujo). Una vez frío, se neutraliza con NaOH al 10%, se filtra y se lleva a volumen. Una alícuota se adiciona de agua, de 5 ml de solución saturada de ácido pícico (1,2%) y de 1 ml de NaOH al 10%. Se agita y después de 20 min. se completa un volumen y se lee a 490 nm, contra un blanco.

4.5.3. Otra técnica (74) opera como sigue:

10 g de material, homogeneizado en un cutter o similar con 100 ml de agua a 60°C durante 5 min. se congelan para separar la grasa; se descongelan y se filtra. 1 ml del filtrado se calienta en un tubo con 9 ml de H₂SO₄ 0,006 N al baño hirviendo por 1 1/2 hora (para transformar la creatina en creatinina). En un tubo de centrifuga se colocan 0,5 g de resina catiónica Dowex 50-WX8 (100-200 mesh) y 5 ml del extracto anterior. Se cierra el tubo y se agita fuertemente 4-5 veces; se centrifuga 5 min. a 4500 r/m y se decanta el sobrenadante. Para saturar la resina se le agrega en el tubo 3 ml de NaCl 0,3 M; se vuelve a agitar, centrifugarse y decantar. Se lava la resina 5 veces con aguadest. (10 ml) agitando, centrifugando y decantando cada vez y se controla la ausencia de cloruro con AgNO₃. Luego se eluye la creatinina, agitando el sedimento de la resina ahora con 5 ml de la siguiente solución tampón: 100 ml de Na₂HPO₄ al 12,75% se mezclan con 90 ml de NaOH N. Se agita como anteriormente y se centrifuga. Para la reacción de Jaffé se mezclan 4 ml del sobrenadante con 2 ml de ácido pícico al 1% y 1 ml de NaOH 1,5 N. La coloración se mide después de 1 hora, a 480 nm. Se prepara una escala, midiendo: 0,5 - 1 - 2 - 3 - 4 y 5 ml de una solución patrón de creatinina al 3 mg% (diluida al 1 + 49 de una solución madre al 0,15 g%, usando para ambas diluciones H₂SO₄ 0,006 N). Se construye una curva, inscribiendo las absorbancias como ordenadas y las respectivas cantidades de creatinina como abscisas.

4.6 Determinación del contenido de nitritos.
(según NCh. 1370/VI (62)).

Fundamento: La muestra *homogeneizada* se extrae en caliente con agua y bórax y se desproteína con ferrocianuro de zinc. En el filtrado se aplica la clásica reacción de Griess con sulfanilamida y naftiletildiamina (75), midiendo el compuesto coloreado a 538 nm.

Reactivos necesarios:

Reactivo I

Disolver en poca agua 106 g de ferrocianuro de potasio trihidratado y diluir a **1000 ml**.

Reactivo II

Disolver en poca agua 220 g de acetato de zinc y 30 ml de ácido acético glacial, diluir a **1000 ml**.

Bórax, solución saturada

Disolver **50 g** de tetraborato de sodio decahidratado en **1000 ml** de agua tibia, enfriar a temperatura ambiente.

Nitrito de sodio, **solución patrón**

Se coloca en un matraz volumétrico de **100 ml, 1,000 g** de nitrito de sodio (NaNO_2) y se diluye hasta la marca. Se toman **5 ml** de esta solución y se colocan en un matraz volumétrico de **1000 ml**, se diluye hasta la marca.

Nitrito de sodio, **solución patrón diluida**

Se colocan **5, 10 y 20 ml** de sol. patrón en tres matraces volumétricos de **100 ml** y se diluye hasta la marca. Cada una de estas soluciones patrones contiene **2,5, 5,0 y 10,0 $\mu\text{g/ml}$** de nitrito de sodio. Ambas soluciones patrones deben prepararse el mismo día de su uso.

Solución 1

Pesar **2 g** de sulfanilamida y agregar **800 ml** de agua, calentar en baño de agua hasta dilución total. Enfriar, filtrar si es necesario y agregar, con agitación continua **100 ml** de solución de ácido clorhídrico concentrado (ρ_{20} **1,19 g/ml**). Diluir a **1000 ml**.

Solución II (refrigerada, se mantiene por una semana)

Disolver en agua **0,25 g** de diclorhidrato de N-1-naftiletildiamina. Diluir con agua hasta **250 ml**. Guardar la solución protegida de la luz en un frasco ámbar con cierre hermético.

Solución III

Medir **445 ml** de solución concentrada de ácido clorhídrico (**1,19 g/ml**) y diluir hasta **1000 ml**.

Procedimiento

Preparación de las soluciones testigos y del gráfico de calibración. Tomar 3 matraces aforados de **100 ml** y colocar en cada uno de ellos **10 ml** de solución patrón diluida que contengan **2,5 - 5 y 10 $\mu\text{g/ml}$** de nitrito, respectivamente.

Agregar agua hasta obtener un volumen aproximadamente igual a **60 ml** y proceder como se describe en la determinación de la muestra.

Preparar un blanco con aproximadamente **60 ml** de agua y fijar el **100%** de transmitancia del aparato a **538 nm**.

Medir la absorbancia de la solución a una longitud de onda de **538 nm** y transcribir los resultados a un gráfico de calibración donde se representa en abscisas el contenido de nitrito utilizado y en ordenadas el valor correspondiente a la absorbancia. Como alternativa pueden utilizarse estos testigos para comparación visual directa.

Desproteínización. Transferir a un Erlenmeyer \pm **10 g** de muestra homogeneizada (porción del ensayo) y registrar su peso exacto como “m”. Agregar 5 ml de solución saturada de **bórax** y luego 100 ml de agua a temperatura mínima de **70°C**.

Calentar el conjunto durante 15 min. en baño de agua hirviendo, agitando constantemente; enfriar a temperatura ambiente y agregar en forma sucesiva **2 ml** de reactivo **I** y **2 ml** de reactivo **II**. Mezclar vigorosamente después de cada adición.

Transferir el contenido a un matraz volumétrico de 200 ml, diluir hasta la marca y mezclar, dejar reposar el conjunto durante **30 min.** a temperatura ambiente.

Decantar cuidadosamente el líquido sobrenadante y filtrar utilizando el papel filtro plegado hasta obtener una solución clara.

Determinación

Transferir por medio de una pipeta una **parte alícuota** no mayor de 25 ml de **filtrado** anterior a un matraz volumétrico de 100 ml, registrar “v”. Agregar agua hasta obtener un volumen de 60 ml.

Agregar **10 ml** de solución **I** y 6 ml de solución **III**, mezclar y dejar la solución durante 5 min. en la oscuridad a temperatura ambiente.

Agregar **2 ml** de solución **II**, mezclar y dejar la solución durante **3 a 10 min.** en la oscuridad, a temperatura ambiente. Diluir con agua hasta la marca.

Llenar con la solución anterior la celda del espectrofotómetro o del colorímetro fotoeléctrico y medir la absorbancia de la solución a **538 nm**, lavar y secar perfectamente la celda. Obtener del gráfico de calibración la cantidad de nitrito que corresponda, registrar “c”.

Si la cantidad de nitrito de la solución excede de **10 µg/ml**, repetir la operación descrita, reduciendo la cantidad de muestra que se debe tomar.

Efectuar dos determinaciones sobre la misma muestra.

Expresión de resultados

El contenido de nitrito de la muestra se expresa en miligramos de nitrito de sodio por kilogramo de acuerdo a la expresión siguiente:

$$\text{NaNO}_2 = \frac{c \times 20.000}{m \times v}$$

en que:

- m = masa, en **gramos**, de la porción de ensayo;
- v = volumen, en mililitros, de la porción alícuota del filtrado; y
- c = concentración, en microgramos por mililitro de nitrito de sodio, leída de la **curva** de calibración que corresponde a la absorbancia de la solución preparada a partir de la porción de ensayo.

4.7. *Determinación del contenido de nitratos*

(según N.Ch. 1370/VII (62))

Fundamento: En otra alícuota del filtrado desproteinizado, obtenido en la determinación de nitratos (véase ésta) se reducen con cadmio metálico, los nitratos a nitritos y se determina el total de nitritos.

Reactivos necesarios: (fuera de los descritos en nitritos):

Sulfato de cadmio:

37 g de $3\text{CdSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$ se disuelven en agua tibia y se diluye hasta **1000** ml.

Amoníaco, solución tampón de pH 9,6-9,7.

Diluir 20 ml de HCl conc. (d.1,19) en agua. Agregar 10 g de sal sódica del ácido etilendiamino-tetracético 55 ml de amoníaco conc. (d.0,88).

Diluir hasta 1000 ml con agua; verificar el pH.

Nitrato de potasio, solución patrón.

Disolver en un matraz aforado de 100 ml, 1,465 g de nitrato de potasio (KNO_3) y diluir hasta la marca. Se miden 5 ml de esta solución en un matraz aforado de 1000 ml, diluir hasta la marca. Esta solución contiene 73,25 $\mu\text{g}/\text{ml}$. Debe ser de preparación reciente.

Preparación de la columna de cadmio

Colocar 3 a 5 varillas de zinc en la solución de sulfato de cadmio, contenida en un vaso de precipitado.

Remover el depósito esponjoso de cadmio metálico adherido a las varillas de zinc, cada una o dos horas, agitándolas en la solución o frotándolas entre ellas.

Después de 6 a 8 h se decanta la solución y se lava dos veces el depósito de cadmio con **1000** ml de agua, teniendo cuidado de que el cadmio esté continuamente cubierto por una capa de líquido.

Transferir el cadmio depositado junto con 400 ml de ácido clorhídrico $\pm 0,1$ N a un mezclador de laboratorio, agitar durante 10 seg. y volver el contenido del mezclador al vaso de precipitado. De vez en cuando agitar el depósito de cadmio con una varilla de vidrio.

Dejar durante una noche cubierto por la solución de ácido clorhídrico y volver a agitar para eliminarle todas las burbujas de gas.

Decantar la solución y lavar el cadmio depositado dos veces con **1000** ml de agua cada vez.

Colocar un tapón de lana de vidrio en la parte inferior de la columna de vidrio que contendrá el cadmio (ver figura 7).

Trasvasar por lavado, el cadmio a la columna de vidrio y lavar con agua hasta que la altura de la columna de cadmio sea de **17 cm**. Vaciar periódicamente la columna durante su llenado, teniendo cuidado de no permitir que el nivel del líquido caiga por debajo de la parte superior de la capa de cadmio. Eliminar todas las burbujas de gas. El líquido debe fluir a una velocidad que no exceda de **3 ml/min**.

Pretratamiento de la columna de cadmio

Lavar la columna de cadmio sucesivamente con **25 ml** de la solución de ácido clorhídrico, **0,1 N**, **50 ml** de agua y **25 ml** de solución tampón de amoníaco diluida (**1 + 9**).

El nivel del líquido en el embudo no debe bajar de la parte superior del tubo capilar de entrada a la columna de cadmio.

Comprobación de la capacidad reductora de la columna de cadmio

Transferir por medio de una pipeta a la columna a través del embudo **20 ml** de la solución patrón de nitrato de potasio y simultáneamente agregar **5 ml** de la solución tampón de amoníaco. Recoger el fluente en un matraz volumétrico de **100 ml**.

Cuando el embudo esté casi vacío, lavar las paredes con unos **15 ml** de agua. Repetir el mismo tratamiento con **otros 15 ml** de agua. Después que esta última porción entre en la columna llenar con agua completamente el embudo.

Después de recoger cerca de **100 ml** del fluente, sacar el matraz colector y diluir con agua hasta la marca y homogeneizar.

Transferir **10 ml** de la solución anterior a un matraz volumétrico de **100 ml** y continuar como se indica en la determinación.

Si la concentración de nitritos encontrada es menor a **0,9 µg/ml** de nitrito de sodio por mililitro (o sea **90%** del valor teórico), preparar una nueva columna de cadmio.

Preparación de la solución testigo y del gráfico de calibración

Tomar **4** matraces volumétricos de **100 ml** e introducir, con una pipeta, **10 ml** de agua y **10 ml** de solución patrón que contengan **2,5, 5,0 y 10,0 µg/ml** de nitrito respectivamente. Agregar agua hasta obtener un volumen aproximadamente igual a **60 ml** y proceder como se describe más adelante en la determinación.

Preparar un blanco con aproximadamente **60 ml** de agua y fijar el **100%** de transmitancia del aparato a **538 nm**.

Medir la absorbancia de la solución a **538 nm** y transcribir los resultados a un gráfico de calibración donde se representa en abscisas el contenido de nitritos

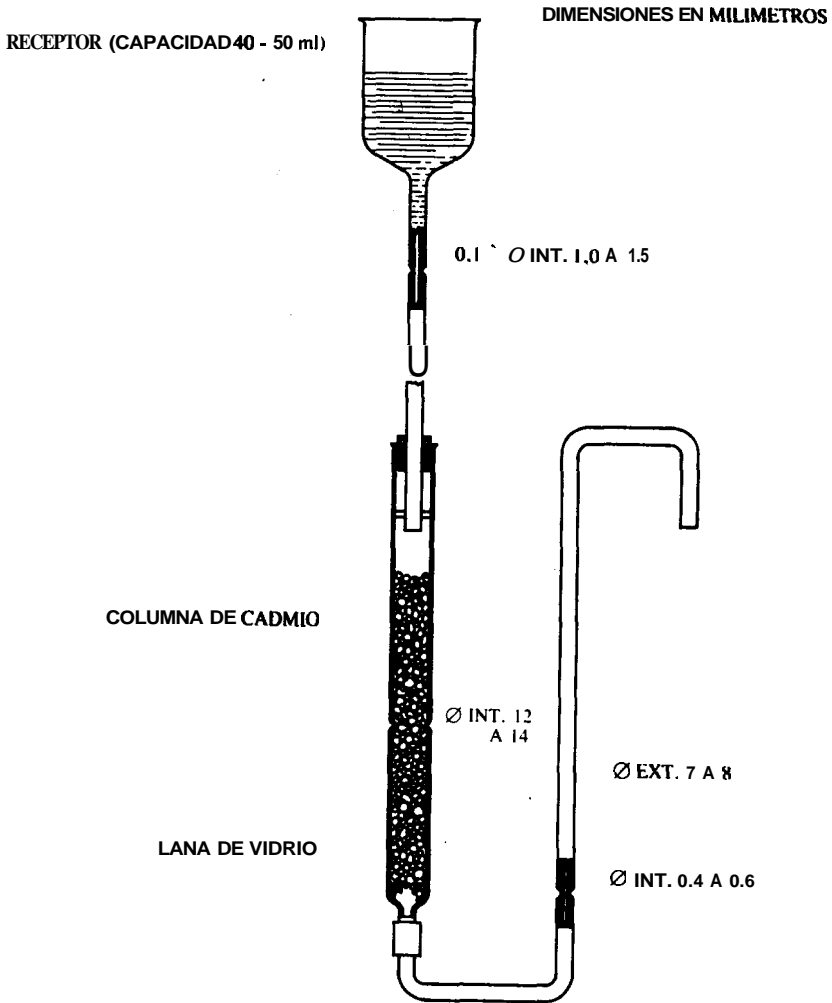


FIG. 7: APARATO PARA LA REDUCCION DEL NITRATO.

NOTA: SE, PUEDE USAR UNA UNION FLEXIBLE ENTRE LA BASE DE LA COLUMNA Y EL TUBO CAPILAR PARA AJUSTAR LA ALTURA DEL TUBO CAPILAR Y DE ESTE MODO LA VELOCIDAD DEL FLUJO.

utilizados y en ordenadas el valor correspondiente a la absorbancia. Como alternativa pueden utilizarse estos testigos para la comparación visual directa.

Reducción de nitratos a nitritos

Vaciar con pipeta en el embudo de la columna cargada, 20 ml del filtrado desproteínizado (véase nitritos) y agregar 5 ml de la solución tampón de amoníaco. Colectar el fluente de la columna en un matraz aforado de 100 ml. Continuar como *se* indica en la comprobación de la capacidad reductora de la columna de cadmio.

Determinación

Transferir por medio de una pipeta una parte alícuota no mayor de 25 ml de filtrado a un matraz volumétrico de 100 ml, registrar "V". Agregar agua hasta obtener un volumen de 60 ml aproximadamente.

Agregar 10 ml de solución I (véase nitritos) y 6 ml de solución III, mezclar y dejar la solución durante 5 min. en la oscuridad a temperatura ambiente.

Agregar 2 ml de solución II (véase nitritos), mezclar y dejar la solución durante 3 a 10 min. en la oscuridad a temperatura ambiente. Diluir con agua hasta la marca.

Llenar con la solución anterior la celda del espectrofotómetro o del colorímetro fotoeléctrico y medir la absorbancia de la solución a 538 nm. Obtener del gráfico de calibración la cantidad de nitrito que corresponda, registrar "c".

Si la cantidad de nitrito de la solución excede de 10 µg/ml, repetir la operación reduciendo la cantidad de muestra tomada.

Efectuar dos determinaciones sobre la misma muestra.

Expresión de resultados

El contenido de nitrato de la muestra *se* expresa en miligramos de nitrato de potasio por kilogramo de acuerdo a la expresión siguiente:

$$\text{KNO}_3 = \left[1,465 \left(c \times \frac{100\,000}{m \times V} - \text{NaNO}_2 \right) \right]$$

en que:

m = masa, en gramos, de la porción de ensayo;

V = volumen, en mililitros, de la porción alícuota del filtrado;

c = concentración, en microgramos por mililitros, de nitrito de sodio, leído en la curva de calibración, que corresponde a la absorbancia de la solución preparada a partir de la porción de ensayo; y

NaNO₂ = masa, en miligramos por kilogramos, de nitrito de sodio contenido en la muestra y determinado de acuerdo a **N.Ch1370/VI**.

Expresar el resultado de nitritos y nitratos como promedio de dos determinaciones, siempre que las determinaciones se efectúen simultáneamente o en

forma sucesiva por el mismo operador y que no exceda una de otra en más de 10% del valor medio.

4.8. Para la identificación y determinación semicuantitativa rápida de nitritos en productos cárneos se puede recurrir a las varillas *Merckoquant*, Test de nitrito, según el siguiente método: **10** g de material duro (carne, jamón, embutido duro) se pasan varias veces por una máquina de moler carne de tamiz fino. **A** 5 g de material así dividido se agregan 8 ml de acetato de sodio **1 N** (13,6%) y se homogeneiza 1' en un *Starmix* o con agitador *Ultra-Turrax*. Se filtra a través de filtro blando plegado (ejerciando presión suave, en caso necesario) y en el filtrado se sumerge la zona reactiva de una varilla, de modo que quede completamente impregnada. A los 15 seg. se compara la coloración violeta rojiza con los colores de la escala respectiva. Para el cálculo se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{ppm muestra} = \text{ppm escala} \times \frac{8 + \frac{5}{100} \times W}{5}, \text{ en la cual:}$$

ppm muestra = contenido de nitrito del producto cárneo en partes por millón.

ppm escala = contenido de nitrito del filtrado en partes por millón, obtenido por comparación de colores de la varilla *Merckoquant* ^(R) con la escala de referencia e interpolación visual.

Cifra "8" = volumen de la solución agregada de acetato de sodio.

Cifra "5" = peso aplicado en g del producto por investigar.

$\frac{5}{100} \times W$ = término para tomar en cuenta el porcentaje "W" de agua del producto cárneo, con el objeto de referir el contenido de nitrito a sustancia seca.

Si se trata de material blando fino, se empieza por triturar al mortero 2 g con 5 g de arena calcinada y lavada y el acetato de sodio, continuando luego en igual forma. En la fórmula se substituyen las dos cifras "5" por "2", por haber pesado 2 g.

En forma similar se pueden determinar los nitratos por las varillas *Merckoquant* Test de nitrato.

En el mismo filtrado anterior se podrían determinar también los nitritos, aplicando el Juego de Reactivos "Aquaquant" de Merck. Para este objeto con el filtrado, diluido hasta **50** ml con agua, se llenan los 2 tubos del bloque comparador que lleva este Juego. Mientras uno hace de blanco, el otro, (que enfrenta al operador) se adiciona de **10** gotas del reactivo de ácido sulfanílico, se mezcla, se agrega una cucharilla de un derivado de naftilamina y se vuelve a

mezclar. Después de 1 min. se inserta en el fondo del bloque la escala de colores del Juego y se corre ésta hasta coincidencia de colores entre el tubo con los reactivos y el de la escala que quedó ubicado debajo del tubo que hace las veces de blanco. La escala abarca el margen de 0,003 a 0,5 mg/litro, expresado en ión NO_2 .

4.9. *Determinación del colágeno del tejido conjuntivo a base de su contenido en hidroxiprolina* (76, 77).

El colágeno es una proteína cárnica de bajo valor biológico por su deficiencia en lisina y triptofano. Por lo tanto, un alto contenido en colágeno y/o de gelatina, proveniente de su hidrólisis, disminuye el valor nutritivo del producto cárnico.

El tejido conjuntivo, rico en colágeno, se encuentra principalmente en la piel (chicharrón), tendones y huesos de mamíferos, por lo cual su determinación indirecta a base de su contenido (aprox. 13% referido a colágeno puro) en hidroxiprolina es de interés en el control de calidad de productos cárnicos.

Fundamento: El procedimiento analítico se basa en una hidrólisis ácida y oxidación del filtrado con cloramina T, seguida por la formación, con **p-dimetilaminobenzaldehído**, de un derivado pirrólico de color rojo estable que se mide a **558 nm**.

Reactivos especiales:

- Acido clorhídrico con SnCl_2 :** 7,5 g de $\text{SnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ se disuelven en agua, se diluye hasta 500 ml y se agregan 500 ml de HCl (d. 1,19).
- Solución tampón de pH 6:** se disuelven en agua: 50 g de ácido cítrico monohidrato, 26,3 g de NaOH y 146,1 g de acetato de sodio trihidrato. Se diluye con agua hasta 1000 ml y se agregan 200 ml de agua y 300 ml de 1-propanol. Se conserva varias semanas a 4°C.
- Solución de cloramina T:** 1,41 g de N-cloro-p-tolueno-sulfonamida, sal sódica trihidrato se disuelven en 10 ml de agua y se agregan 10 ml de 1-propanol y 80 ml de solución tampón. Debe prepararse antes de su uso.
- Reactivo de color:** 10 g de p-dimetilaminobenzaldehído p.a. se disuelve en 35 ml de solución de ácido perclórico al 60% (m/m) y luego se agregan lentamente 65 ml de 2-propanol. Debe prepararse antes de su uso.
- Solución patrón de hidroxiprolina:** 50 mg de hidroxiprolinase disuelven en agua y 1 gota de ácido clorhídrico $\pm 6\text{M}$ y se completan 100 ml con agua. De esta solución stock, estable 1 mes a 4°C, se preparan estándares más diluidos, en $\mu\text{g/ml}$.

Procedimiento: En un matraz de 200 ml se pesan exactamente 4 g de material (previamente cortado en el Cutter, si es necesario) muy bien homogeneizado, se agregan 100 ml del HCl con SnCl_2 y se calienta, a reflujo y ebullición suave

durante **16** horas (durante la noche). (Otra técnica (77) hidroiiza con 30 mi de ácido sulfúrico al 30% en estufa a 103°C durante **14** horas).

El hidrolizado aún caliente **se** filtra por papel y el matraz con el filtro se lava **3** veces con **10** mi de HCl **6M**.

El líquido total **se** lleva a **200** ml con agua y luego se mide en un vaso una alícuota tal “V” (**5 - 25** mi) que una vez diluido después nuevamente a **250** ml, la concentración de hidroxiprolina quede en el rango de **0,5-2** µg/ml.

Se ajusta el pH del líquido a 8 ± 0.2 al potenciómetro mediante NaOH **10M** y luego **1 M** y se filtra en un matraz aforado de **250** ml. Se lava el vaso y el **Sn(OH)₂** sobre el filtro **3** veces con 30 ml de agua y se entera el volumen, incluyendo las aguas de lavado.

4 ml de esta solución se colocan en un tubo de ensayo y se agregan **2** mi de la solución de cloramina. Después de **20** min. a la temperatura ambiente se agregan 2 ml del reactivo de color, se mezcla y se calienta al baño de agua a **60°C** por **20** min. Se enfría **5** min. a la comente de agua y se mide la absorbancia **558** nm en cubeta de vidrio contra agua como blanco cuyo valor se resta. La lectura **se** hace mediante la curva de calibración con las absorbancias en la abscisa y las concentraciones estándares de hidroxiprolina en la ordenada.

Cálculo: $\frac{5 \times c}{m \times V}$ en que:

c = microgramos de hidroxiprolina por **ml** según lectura en la curva.

m = **gramos** de muestra pesada (± 4 g)

V = volumen, en ml, de la alícuota medida para diluir a **250** mi (**5 - 25** ml);

Multiplicando el resultado **por** el factor 8 (que se basa en un contenido promedio de **12,4%** de hidroxiprolina en el tejido conjuntivo) **se** obtiene aproximadamente la cantidad de colágeno del tejido conjuntivo que corresponde a la concentración encontrada de hidroxiprolina.

5. DETERMINACIÓN DE GRASA

5.1. Grasa libre.

Se mezclan unos **5** g de muestra, exactamente pesados, con un poco de arena y **se** seca en estufa a 100-103°C durante unas **6** horas. Se extrae en forma cuantitativa con éter etílico o éter de petróleo en un agotador de Soxhlet u otro dispositivo adecuado.

5.2. Grasa total.

Se recurre al método de la hidrólisis ácida (**6**) o a lo prescrito por la N.Ch. **1370/III (62)**. En **ambos** casos se hierve la muestra con HCl (**1 + 1**) durante **1** hora para liberar cualquier fracción de lípido, **ocluido**. Se enfría, eventualmen-

te **se** agrega un poco de Celite u otro adsorbente y se filtra por filtro endurecido. Se lava varias veces con agua bien fría, **se** seca el filtro con todo su contenido y se extrae con hexano (éter de petróleo) en un agotador habitual.

6. CENIZAS

Se determinan habitualmente por calcinación a **500-550°C (6)**. La N.Ch. **1370/I** recomienda evaporar primen, la muestra con **1 ml** de solución acuosa de acetato de magnesio crist. al **25%** para una eventual fijación; en este caso debe descontarse de las cenizas el peso del **MgO** proveniente de la calcinación del acetato.

Obtenido el peso constante, las cenizas pueden utilizarse para valorar su alcalinidad y su porción insoluble en **HCl** al **10%** (arena), recurriendo a las técnicas habituales para estos propósitos **(6)**.

6.1. Si en el análisis cuantitativo de un producto cárnico la suma de los contenidos de agua, proteína total, grasa y cenizas, resulta inferior a **100 ± 0,5%** conviene investigar la posible presencia de carbohidratos extraños, a excepción del glicógeno en cecina de hígado o en carne de caballo.

7. DETERMINACIÓN DE SAL

Según la **AOAC (53) ± 5 g**, exactamente pesados, se adicionan de exceso de **AgNO₃ N/10 (5 ml o más)** para precipitar toda la sal como **AgCl**. Se agregan **15 ml** de **HNO₃** y **se** hierve hasta disolución de la carne (**± 10 min**). Luego se agrega, en pequeñas porciones, solución acuosa concentrada de **KMnO₄** hirviendo cada vez hasta que el color de **KMnO₄** desaparece. A la solución incolora o amarillenta **se** agregan **25 ml** de agua y **se** hierve **5 min**. Después de enfriar, **se** diluye a unos **150 ml** con agua (**se** filtra en caso necesario) y se agita con **25 ml** de éter. En la fase acuosa **se** determina el exceso de **AgNO₃** según Volhard, agregando **5 ml** de solución saturada de sulfato férrico amónico como indicador y titulando con sulfocianato amónico **N/10** hasta color rosado o café claro. Se substraen los **ml** de **NH₄ SCN N/10** gastados de los **ml** de **AgNO₃ N/10** agregados y **se** calcula la diferencia como **NaCl**. Cada **ml** de **AgNO₃ N/10** equivale a **0,0058 g NaCl**.

7.1. La N.Ch. **1370/VIII (62)** prescribe una desproteínización previa de la muestra con ferrocianuro de zinc, tal como **se** describe para la determinación de los nitritos. Al filtrado **se** aplica entonces la argentimetría por diferencia como **se** indicó anteriormente.

7.2. Para la determinación rápida de **sal** **se** pueden extraer también los cloruros, **tratando 10 g** de la muestra con **90 ml** de agua caliente; **se** agita cuidadosamente

y se filtra por filtro plegado y humedecido con agua. En el filtrado se determinan los cloruros por titulación mercurimétrica (6) como la utilizan los juegos de reactivos de Merck, llamados Aquamerck o Aquaquant. El resultado obtenido se multiplica por 10 como factor de dilución.

8. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE FÓSFORO TOTAL (SEGÚN N. CH 1370/IX) (62)

Fundamento: Mineralización de la porción de ensayo con ácidos sulfúrico y nítrico y precipitación del fósforo como fosfomolibdato de quinolina.

Reactivos: necesarios:

Acido sulfúrico, d. 1,84

Acido nítrico, d. 1,40

Reactivo precipitante:

- Disolver **70 g** de molibdato de sodio dihidratado ($\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) en **150 ml** de agua.
- Disolver **60 g** de ácido cítrico monohidratado en **150 ml** de agua y agregar **85 ml** del ácido nítrico.
- Agregar gradualmente y con agitación, solución (a) a la solución (b).
- A **100 ml** de agua agregar en forma sucesiva **35 ml** del ácido nítrico y **5 ml** de quinolina destilada. Agregar lentamente y con agitación esta solución a la mezcla anterior. Dejar durante **24 h** a temperatura ambiente, filtrar. Agregar **280 ml** de acetona y diluir a **1000 ml** con agua; guardar en la oscuridad en un frasco ámbar de plástico con cierre hermético.

Procedimiento:

Pesar en un matraz de Kjeídhahl alrededor de 3 g de la muestra homogeneizada, registrar el peso exacto como "m₀".

Agregar al matraz **20 ml** del ácido nítrico y algunas piedras de ebullición, colocar el matraz inclinado (en un ángulo aproximado de 40° en relación a la vertical) en un aparato calefactor, calentar durante **5 min**, enfriar y agregar **5 ml** del ácido sulfúrico.

Calentar el matraz suavemente hasta que cese la formación de espuma, luego calentar en forma más vigorosa; antes de que la muestra se empiece a carbonizar, agregar con pipeta Pasteur más ácido nítrico. Repetir esta operación hasta que no salgan más vapores pardos.

Finalmente cuando el líquido se ha vuelto incoloro, calentar hasta la aparición de vapores blancos.

Enfriar, agregar **15 ml** de agua y hervir suavemente por **10 min**, reducir al máximo la evaporación de agua colocando un refrigerante.

Transferir el líquido cuantitativamente a un Erlenmeyer de **250 ml**, lavar el

matraz con agua, agregar **10 ml** de ácido nítrico. El volumen total del líquido debería ser de **más** o menos **50 ml**.

Como alternativa se puede mineralizar también, calentando las cenizas de la muestra con **15 ml** de ácido nítrico y 60 ml de agua (usada en total para el enjuague) durante 30 min. **al** baño de agua.

Determinación:

Agregar **50 ml** del reactivo precipitante en un vaso o matraz Erlenmeyer, cubrir con un vidrio de reloj y hervir durante **1 min.** en una plancha calefactora colocada bajo una campana de extracción; enfriar a temperatura ambiente agitando **tres** a cuatro veces. .

Calentar un embudo con placa filtrante (diámetro de poro de **5-15 μm**) a **260°C**, enfriar en desecador y pesarlo. Filtrar a través de este filtro el líquido anterior, a presión reducida.

Lavar el precipitado sin sacar del embudo con porciones de **25 ml** de agua por **5** veces; usar esta misma agua para lavar el Erlenmeyer que contenía la muestra y **verterla** en el filtro.

Secar el embudo con el contenido en estufa, a $260 \pm 20^\circ\text{C}$ durante **1 h**, enfriar en desecador y pesar **al 0,001 g**, registrar m_1 . Si el precipitado seco pesa **más** de **750 mg**, repetir el análisis con una porción menor.

Ensayo en blanco

Efectuar un ensayo en blanco **paralelamente al** análisis, usando el mismo procedimiento y las mismas cantidades de los reactivos, pero sin incluir la muestra.

Expresión de resultados

El contenido de fósforo **total** existente en la muestra expresado como porcentaje por masa es igual a:

$$\% \text{P}_2\text{O}_5 = 3,207 \frac{m_1}{m_0}$$

en que:

m_0 = masa, en **g**, de la porción de ensayo;

m_1 = masa, en **g**, del precipitado de fosfomolibdato de quinolina.

Expresar el **resultado** como promedio de dos determinaciones, siempre que las determinaciones **se efectúen** simultáneamente o en forma sucesiva por el mismo operador y que no exceda una de otra en más **0,02 g** de pentóxido de fósforo por **100 g** de muestra.

Expresar el resultado con la aproximación de **0,001 g** de pentóxido de fósforo por **100 g** de muestra.

9. DIFERENCIACIÓN DE CARNES DE DISTINTO ORIGEN

Para este objeto puede recurrirse a diferentes procedimientos analíticos:

9.1. Métodos *químicos*.

Para detectar la presencia de carne de caballo puede recurrirse a la identificación del glicógeno que se encuentra en cantidad apreciable (**4-5%**) en la carne de este origen.

Para fines cualitativos la muestra, desmenuzada en partículas, se hierve con NaOH concentrada hasta disolución de la carne, pues la lejía destruye el tejido, sin alterar el glicógeno. Se acidula en seguida con ácido sulfúrico diluido hasta reacción ácida franca y **se** filtra. Cox y Pearson (**78**) substituyen este tratamiento alcalino por una ebullición de **50 g** de carne con 200 ml de agua durante 1 hora y adición posterior de HNO₃ diluido. En ambos casos, el filtrado se adiciona con cuidado en un tubo de ensayos de solución muy diluida de yodo (de color amarillo claro). En la zona de contacto aparece un anillo rojo pardo, si hay glicógeno proveniente de carne de caballo.

Para la determinación cuantitativa del glicógeno se aplica el método colorimétrico, basado en la condensación de la antrona con derivados del furfural que **se** forman, cuando los glúcidos (y entre ellos también los polisacáridos sin hidrólisis previa) son calentados en soluciones ácidas.

La muestra de carne se homogeneiza en un mortero con ácido tricloroacético, se filtra o centrifuga y se precipitan en el líquido los compuestos fosforilados y restos proteicos por adición de hidróxido de bario. Después de algunos min. se agrega sulfato de zinc y se vuelve a filtrar o centrifugar. Una alícuota del extracto claro **se** diluye con agua y se agrega solución de antrona al 0,5% en acetato de etilo y luego exceso de H₂SO₄ conc. El tubo se agita lenta y luego vigorosamente, haciéndolo en igual forma con una serie de 5 tubos que contienen de **5 a 200 mcg** de glucosa y que se han adicionado en la misma forma de agua, antrona y ácido sulfúrico. Después de calentar **3** min en agua hirviendo se deja enfriar y se miden las coloraciones verdes, contra un blanco del reactivo, a **625 nm**.

También puede identificarse la carne de caballo por su *fibra muscular* observada al microscopio. Además, la *grasa* de caballo contiene un alto porcentaje de ácido linoléico, lo que hace que su índice de yodo sea más alto que el de otras grasas animales (**75-86** contra **33-47** para la grasa de vacuno y **47-86** para grasa de cerdo). Además, la composición en ácidos grasos, determinada por cromatografía gaseosa, permite cuantificar este elevado contenido en ácido linoléico.

9.2. *Método inmunológico*.

Utiliza la reacción serológica de las precipitinas y consiste en poner en contacto un macerado del producto cárneo con el suero, preparado por inoculación en conejos; es sólo aplicable en materiales no cocidos (**79**).

Su determinación comprende las siguientes etapas:

- a) **Obtención de laprecipitina.** Se usa el conejo salvaje, joven y debe pesar más de 2 kg. Los conejos deben ser observados diariamente, tanto en lo que **se** refiere a temperatura, como a su peso y apetito. Como antígeno debe usarse el suero de animal respectivo, para lo cual se extrae la sangre de dicho animal, (caballo, perro) y **se** deja coagular y retraer el coágulo a 37°C. El suero **se** decanta, se ampolleta, **se** tyndaliza y se conserva a baja temperatura; debe usarse sólo un mes después de su preparación. Se inyectan 2 ml de suero diluido con 10ml de NaCl al 9 por mil, lentamente y a **30-35°C**, en la vena marginal de la oreja del conejo. Deben practicarse 8-10 inyecciones día por medio para un título suficiente. Se procede a extraer la sangre del conejo, lo que debe hacerse sólo entre el **5^o** y **7^o** día, después de la Última inyección. La extracción se hace en ayunas por punción cardíaca, que **se** practica a nivel del tercer espacio intercostal izquierdo en el borde esternal. Se pueden extraer sin riesgo hasta 40 ml.
- b) **Titulación del suero.** Se hacen diluciones crecientes del suero de la especie de animal inyectada, por ejemplo: 1x100; 1x1000; 1x10.000. **1:20.000** y **1:30.000**, que se colocan en tubos de pequeño diámetro y se deja escurrir el suero precipitante que **se** va a titular, debiendo obtenerse un precipitado en la unión de ambos, al cabo de **5'**. Debe aceptarse para el uso sólo los con título de **1x20.000**. Junto con hacer la titulación del suero, se determina la especificidad de él. Para ello **se** pone en contacto del suero precipitante otra clase de suero; no debe producirse opalescencia en solución al 1x100.
- c) **Determinación.** Las muestras deben someterse a una maceración en agua comente durante 24 horas. En seguida se filtra con adición de tierra de infusorios y 1 ml de filtrado límpido se coloca en **tubo** pequeño y después, con una pipeta Pasteur, se deja escurrir al fondo el suero precipitante. Se forma un anillo de precipitado dentro de unos **5** min. cuando la muestra contiene la proteína respectiva. **Así** hay que proceder, colocando las diferentes precipitinas para determinar la composición del preparado investigado. Si dicho anillo no aparece dentro de 15 min. la reacción **se** considera negativa.

9.3 Método electroforético.

Es decir, basado en el transporte de partículas con carga eléctrica (como lo son los coloides proteicos) en un líquido no conductor, bajo la influencia de una comente eléctrica. Según Kaiser y colab. (**80**) es posible diferenciar carne de caballo, vacuno, cerdo y oveja mediante las bandas características de sus proteínas. Se aplican los mismos métodos de extracción que se describen más adelante en la investigación de proteínas extrañas en productos cárnicos, teniendo este método las mismas limitaciones en cuanto a temperatura y tiempo de calentamiento a que **se** somete el producto.

10. INVESTIGACIÓN DE PROTEÍNA DE SOYA Y OTRAS PROTEÍNAS EXTRAÑAS EN PRODUCTOS CÁRNICOS.

W. J. Olsman (81) publica una interesante revisión de los diversos caminos que pueden seguirse para la identificación de proteína vegetal en productos cárnicos, los cuales pueden resumirse como sigue:

10.1. *Métodos químicos.*

Basados en la determinación de componentes naturales que acompañan en trazas a las proteínas de soya como fitina, oligosacáridos (rafinosa, estaquirosa, pentosanos), fibra cruda, manganeso o magnesio. Son poco específicos y variables; no sirven en aislados proteicos.

10.2 *Métodos microscópicos.*

Rápido y más específico es el examen microscópico a la luz polarizada de los cristales de oxalato de calcio, poligonales y de color verde, provenientes de las células del cotiledón de soya. También puede recurrirse a la tinción histológica de los polisacáridos que forman parte de las membranas celulares de componentes de la soya.

En este contexto la **AOAC** (53) prescribe una separación previa de células características en forma de relojes de arena de la *harina de soya*, antes de su examen microscópico a la luz polarizada: 10g de la muestra finamente dividida se calientan en un vaso, al baño de vapor, con unos **75 ml** de KOH alcohólica al 8% hasta disolución de la carne (30-45 min). El líquido con su eventual residuo se transfiere a una probeta graduada con tapa, se diluye hasta 100 ml con alcohol y se deja sedimentar. Se decanta lo más posible y el residuo se adiciona de unos **50 ml** de agua caliente. Se agita fuertemente la probeta tapada y después de desaparecida la espuma se transfiere a un tubo de centrifuga. Se centrifuga y se descarta el sobrenadante. El sedimento se agita ahora con 10ml de HCl. Luego se agregan **15 ml** de alcohol al 25%, se mezcla por agitación y se vuelve a centrifugar. El sedimento que queda ahora, una vez decantado el sobrenadante es el que se somete al examen microscópico.

10.3. *Métodos electroforéticos.*

Basados en la identificación de las bandas características de la proteína de soya en el electroferograma patrón seguida de una cuantificación por densimetría, son más específicos pero exigen una buena solubilización de la proteína de soya, lo que puede lograrse en parte con un tampón de pH 8,6 que contiene 8M urea y 0,1 M de 2-mercapto-etanol, para extraer la muestra seca y desgrasada. Olsman (81) recomienda la electroforesis en un gel de poliacrilamida a pH débilmente, alcalino y que contiene dodecil-sulfato o bien, se aplica una

gradiente de pH. Sin embargo, en productos calentados a más de 100°C la extracción de la proteína desnaturalizada dificulta este método.

10.4. Métodos inmunoquímicos.

En el Test rápido según Günther (82) se provoca la difusión sobre una capa de gel de agar que lleva el anticuerpo contra la proteína extraña contenida en la muestra, p.ej. un extracto de cecina, como antígeno. Mediante tinción con negro de amida se facilita la observación de las bandas de precipitación.

En el caso de la proteína de soya, para mantener sus propiedades antigénicas, su extracción debe efectuarse en condiciones relativamente suaves (sin urea y dodecilsulfato), lo que dificulta su disolución completa. En productos calentados, la *desnaturalización* proteica dificulta aún más la extracción y su efecto antigénico, lo mismo que la obtención de un suero antisoya calentada, de buen título. Otra dificultad puede presentarse con la “reacción cruzada” cuando un mismo anticuerpo reacciona con varias proteínas parecidas en cuanto a su mismo origen animal como ser la de clara de huevo y de leche. En estos casos la *inmuno-electroforesis* permite observar no sólo la precipitación, sino también la posición característica de las bandas de proteína en el electroferograma (12).

10.5. Métodos basados en la composición cuantitativa o secuencia de los aminoácidos.

La digestión con tripsina del producto cárneo suministra una mezcla de péptidos que puede ser sometida a una cromatografía de intercambio iónico. El eluido permite identificar entonces un peak característico del complejo proteico de soya o de caseína.

La evaluación por computador del patrón aminoacídico constituye el método de elección para la diferenciación y cuantificación de los ingredientes proteicos, presentes como extensores en un producto cárneo.

11. INVESTIGACIÓN DE HORMONAS ESTROGÉNICAS.

Igual que los antibióticos, pueden pasar a la carne a través de forrajes ingeridos para aumentar la engorda, lo que está prohibido. Para su investigación puede recurrirse al Test del útero de rata o al Radio-inmuno-ensayo, basado en la propiedad de ciertas proteínas aisladas del útero de conejas o vacas de actuar como receptoras de estrógenos, formando un complejo, en equilibrio con sus componentes, de receptor-estrógeno. Para el ensayo se incuba el extracto de la muestra con esta proteína receptora y con estradiol marcado con tritio para su valoración radio-química. La cantidad del complejo formado con el estradiol-³H disminuye entonces al ser desplazado por el estrógeno competitivo no marcado proveniente de la muestra que lo contiene (12,83).

12. INVESTIGACIÓN DE RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS U OTROS INHIBIDORES.

Para el tratamiento de animales enfermos, así como para la engorda de ellos, son utilizados frecuentemente antibióticos y otros productos químico-terapéuticos. Estos agentes activos permanecen varios días en el cuerpo del animal. Los residuos alcanzan una mayor concentración en los Órganos principales de excreción, como hígado y riñón. Estos agentes activos se degradan y eliminan en aproximadamente 7 días.

Si luego del suministro de las sustancias en cuestión no se mantienen los animales un período adecuado hasta la matanza o excreción, son de esperar valores residuales elevados, en carne, leche u otros alimentos de procedencia animal.

Su detección se realiza generalmente por tests microbiológicos de inhibición de crecimiento mediante medios de cultivo, constituidos por agar, sal y peptonas trípticas de carne y caseína y que posteriormente se adicionan de una suspensión de esporas de *Bacillus subtilis* como germen de ensayo. Pueden usarse dos medios de cultivo (Merck) que sólo se diferencian en su pH, estando el agar de pH 6.0 previsto para el grupo de la penicilina y el de pH 8,0 para estreptomycin (84). El antibiótico u otro inhibidor que posiblemente se encuentra en la muestra (la que se agrega en el tamaño de una arveja) difunde entonces en el medio de cultivo e inhibe en la zona de difusión el desarrollo del germen de ensayo. Esta falta de desarrollo se manifiesta por aureolas de inhibición, las cuales indican la presencia de estas sustancias.

Con igual fundamento opera el test de residuos de antibióticos y sulfonamidas según Kundrat (84). Se incuba con esporas del *Bacillus stercorarius* como germen de ensayo que descompone la glucosa del medio de cultivo con liberación de acidez la cual provoca el viraje del bromocresolpúrpura del violeta al amarillo. Las aureolas de inhibición conservan el color violeta original el cual contrasta con el resto turbio y amarillo de las placas. Discos de papel filtro se impregnan con el líquido problema, o bien, se insertan en un corte practicado en el músculo de la carne o de un órgano; estos discos se colocan, con ligera presión, sobre la superficie del medio, vaciado en placas.

Tanto los estrógenos como los antibióticos pueden identificarse también y aun cuantificarse por cromatografía gaseosa o líquida a alta presión, seguida de espectrometría de masa.

13. INVESTIGACIÓN DE COLORANTES EXTRAÑOS EN PRODUCTOS CÁRNICOS. (86)

13.1. En *carnes, cecinas escaldadas y cocidas y pasta de carnes*, unos 10 g de material homogeneizado en mezcladora eléctrica se trituran al mortero con 3 g

de arena (calcinada y lavada), 2-3 g de Celita (agente adsorbente a base de tierra de infusorios o de diatomeas: SiO_2) y 30-40 ml de acetona para separar grasa y agua. Se repite 3 a 4 veces la trituración con acetona, la cual se decanta cada vez (el extracto acetónico puede servir para investigar colorantes liposolubles y cúrcuma). El residuo se seca por calentamiento a 90°C durante 30 min., se tritura de nuevo y se coloca en un tubo cromatográfico (10x 150mm, soldado a un tubo estrecho de 3 x 100 mm y provisto en la parte de unión de un poco de lana de vidrio y arena). Luego se eluye con mezcla de amoníaco y metanol (5 + 95), colocando cada vez 5 ml de la mezcla sobre la columna hasta que el eluido se escurre incoloro. El eluido total se lleva a pH 5-6 con ácido acético diluido (10%) y se agregan 0,5 g de poliamida (polímero de cadenas de amidas entrelazadas con otras, metilénicas), o bien, 2-3 g de óxido de aluminio (para uso cromatográfico).

Se continúa con el método habitual (6), decantando el adsorbente coloreado y lavándolo con agua caliente y alcohol. Luego se coloca el adsorbente coloreado en un tubo cromatográfico similar al anterior y se eluyen el o los colorantes con agua amoniaca (1 gota en 20 ml de agua). Se recoge 1 ml del eluido coloreado y se procede a la identificación habitual por cromatografía sobre papel o, mejor, por capa fina sobre cromatoplaque de celulosa (6).

13.2. En *cecinas* crudas, 50 g, una vez homogeneizados y desecados a 60°C hasta el día siguiente se desengrasan con cloruro de metileno en un agotador. El residuo desgrasado y seco se hierve 2 a 3 min. con 150ml de amoníaco al 1% y se repite esta extracción 2 veces más con 50 ml de amoníaco. Los extractos reunidos se acidulan con ácido acético y se continúa en forma habitual, adsorbiendo el colorante con poliamida o con óxido de aluminio (6).

13.3. Otra técnica separa el colorante de las proteínas de la carne por digestión previa con pepsina y HCl a 45°C durante 1,5 horas (87).

13.4. Un método más antiguo (37) recurre a una extracción de 50 g de masa carne con una solución de 5 g de salicilato de sodio en 100ml de una mezcla de partes iguales de agua y glicerina. Se calienta al baño de agua por 30 min., agitando de vez en cuando. Una vez frío se comprime la masa y se filtra hasta que el filtrado salga límpido; si éste es sólo amarillento no se necesita proseguir. Si es coloreado, el resto del filtrado se vacía en una probeta cilíndrica y se deja reposar algunas horas, después de haber agregado algunas gotas de solución acuosa de sulfato de aluminio y potasio y ligero exceso de amoníaco. El carmín se manifiesta por un sedimentor rojo; el resto del filtrado se calienta en medio ácido con hebras de lana o se adsorbe con óxido de aluminio según el método descrito anteriormente.

13.5. En productos muy grasos se pueden extraer por ebullición de 10-15 g con

20 mi de alcohol (80-96%), el líquido bien frío se filtra, recogiéndolo en un embudo de decantación, en el cual se agregan 60 ml de agua y se agita luego 2 veces con cada vez 40 ml de éter. La fase acuosa se neutraliza con amoníaco y se adsorbe el colorante sobre lana o sobre óxido de aluminio.

Sobre la prohibición reglamentaria de la aplicación de colorantes artificiales en cecinas véase Capítulo VI: El proceso del curado de la carne, párrafo: Acentuantes de color en productos cárnicos.

14. ANÁLISIS Y MÉTODOS RECOMENDADOS PARA EL EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE CARNES Y PRODUCTOS CÁRNEOS.

Prof. Sonia Avendaño V. y Prof. Luis Mpez V.

El éxito del control microbiológico de un determinado producto alimenticio está directamente relacionado con la adecuada elección de un plan específico de muestreo. La severidad de este programa de muestreo debe basarse en el peligro potencial que representa el alimento para el consumidor, como consecuencia de la presencia de patógenos o de la existencia de microorganismos capaces de alterar el producto.

El mayor o menor grado de peligrosidad está definido por el tipo y el número de microorganismos presentes. Unos solamente van a alterar el producto, algunos van a indicar la posibilidad de una contaminación con patógenos, otros van a causar enfermedades leves de las cuales unas difunden lentamente mientras que otras lo hacen con gran rapidez y existen, por último, microorganismos que van a producir enfermedades graves.

Por lo tanto, para elegir adecuadamente un programa de muestreo, se debe considerar:

- la gravedad del riesgo para la salud del consumidor que implican las especies microbianas para las que se realiza el análisis, y
- las condiciones posteriores a las que el alimento será expuesto, es decir, la forma en que el producto **será** tratado durante su distribución, almacenamiento y preparación para el consumo, lo que puede hacer disminuir, mantener o incrementar el número inicial de microorganismos presentes (85).

Los principales análisis microbiológicos recomendados para carne y productos cárneos son:

- Determinación de microorganismos aerobios viables (mesófilos, psicrófilos, termófilos, según el propósito que se persigue).
- Determinación de bacterias coliformes. Técnica de los **tubos** múltiples o del Número más probable (NMP) y/o técnica de recuento en placa.
- Determinación de bacterias coliformes de origen fecal.
- Investigación de Salmonella.

- Determinación de *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva.
- Determinación de *Clostridium perfringens*.
- Determinación de Hongos y Levaduras.

Existen diferentes procedimientos o técnicas, tanto para la elección del programa de muestreo adecuado, como para la realización de cada uno de los análisis señalados, recomendados por organismos internacionales tales como:

- International Commission on Microbiological Specifications for Foods (**ICMSF**).
- American Public Health Association (**APHA**).
- International Organization for Standardization (**ISO**).
- Comisión Panamericana de Normas Técnicas (**COPANT**).
- Food and Drug Administration (**FDA**).

En nuestro país, el Instituto Nacional de Normalización (**INN**) ha elaborado las siguientes normas para análisis microbiológicos de alimentos:

- NCh 1175. n76. Alimentos. Material para ensayos microbiológicos. Requisitos generales.
- NCh 1176. n76. Alimentos. Determinación de gérmenes aerobios mesófilos viables. Método de recuento en placa.
- NCh 1177. n76. Alimentos. Determinación de coliformes. Número más probable (**NMP**).
- NCh 1178. n76. Determinación de gérmenes coliformes. Método de recuento en placa.
- NCh 1179. n76. Alimentos. Determinación de *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva.
- NCh 1340. En consulta. Carne y productos chicos. Determinación de *Salmonella*. Método práctico.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) *Fundación Chile*, División de Productos Pecuarios: Curso Internacional sobre Tecnología y Manejo de Carnes **Procesadas**. Santiago, **9-11** de noviembre de **1982**.
- (2) *H. Schmid-Hebbel, S. Bittner*: Aditivos en Productos Cárnicos. Curso dictado en el Centro de Investigación y Tecnología de Carnes (CITECA), Buenos Aires, Argentina (**1982**).
- (3) *H. Schmid-Hebbel, S. Bittner, J. Vinagre, M. Méndez, S. Avendaño, L. López, H. Alcaíno, E. Wittig, E. Castro*: Avances tecnológicos en la industria de la carne y derivados. Curso del Centro de Extensión Interdisciplinaria (CENEXI). Santiago, (nov./dic. **1983**).
- (4) *E. Liick & G.W. von Rymon Lipinski*: BBV Report: Hilfs- und Zusatzstoffe I. B. Behr's Verlag. BRD.
- (5) *H. Schmid-Hebbel*: Aditivos y Contaminantes de Alimentos. Editorial Universitaria, Santiago (**1979**).
- (6) *H. Schmid Hebbel*: Avances en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Alfabetá Impresores. Santiago (**1981**).
- (7) *H. Schmid-Hebbel*: Intoxicaciones por alimentos. Editorial Salesiana. Santiago (**1969**).
- (8) *J.B. Fernández*, Centro de investigación y Tecnología de Carnes, CITECA del sistema INTI: Limpieza y desinfección en la industria cárnica. Buenos Aires. Argentina (**1981**).
- (9) *Ministerio de Salud*: Reglamento Sanitario de los Alimentos. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago. Junio 5 y agosto 25 (**1982**).
- (10) *E. Barrios*: **Gan** señor y rajadiablos. Editorial Nascimento, Santiago (**1960**).
- (11) *I. Municipalidad de Santiago*. Departamento de Higiene: Sobre limpieza y mantención de refrigeradores y cámaras de frío. Instructivos. (**1984**).
- (12) *H.D. Belliz, W. Grosch*: Lehrbuch der Lebensmittelchemie. Springer Verlag, Berlin-Stuttgart (**1982**).
- (13) *International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF)*: Microbial Ecology of Foods. Vol I: Factors affecting life and death of microorganisms. Academic Press, Inc. New York (**1980**).
- (14) *W.C. Frazier*: Microbiología de los Alimentos. Editorial Acribia, España (**1972**).
- (15) *J.C. Ayres, I.O. Mundt and W.E. Sandine*: Microbiology of Foods. W.H. Freeman and Company. San Francisco (**1980**).
- (16) *International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF)*. Microbial Ecology of Foods. Vol. II: Food Commodities. Academic Press, Inc. New York (**1980**).
- (17) *A. Kramer y R. Twigg*: **Quality** control for the food industry. The AVI publishing Company, Inc. Vol I (**1970**).
- (18) *J.M. Juran, F.M. Gryna*: Planificación y análisis de la calidad. Editorial Reverté S.A. (**1977**).
- (19) *A. V. Feigenbaum*: Control total de la calidad. Compañía Editorial Continental S.A. (**1972**).
- (20) *M. Faber de Freitas Leitão*: Microbiología da carne e produtos cárneos. Secretaria de Agricultura e Abastecimento São Paulo, Brasil (**1980**).
- (21) *J. Degenhardt*: Aspectos da conservação da produtos cárneos. Secretaria de Agricultura e Abastecimento São Paulo, Brasil (**1980**).

- (22) R.E. Rust: Sausage and Processed Meats Manufacturing. Am. Meat Inst. USA. (1977).
- (23) A. Amo Visier: Industria de la carne. Edit. Aedos. Barcelona, España (1980).
- (24) K. Coretti: Embutidos: elaboración y defectos. Edit. Acirbia. Zaragoza, España (1971).
- (25) R.A. Lawrie: Meat Science. Edit. Program Press. Inglaterra (1979).
- (26) J. Flores: Evaluación de la calidad de productos cármicos **I Jamón y Paleta cocidos**. Agr. y Tecn. Alim. **18**, "3" (1978).
- (27) J. Flores: Control de calidad de los productos cármicos. Agr. y Tecn. Alim. **20**, "2" (1980).
- (28) J. Vinagre, A.M. Pino, E. Wittig, M. Craddock, L. López y G. Corra: Calidad de jamón curado cocido. Proposición de norma. Informativo sobre carne y productos cárneos N° 10, 231,252 (1982).
- (29) O. Prändl: Observaciones sobre problemas en el curado. Rev. Die Fleischwirtschaft Nro. 1 (1981).
- (30) G. Heina: Puntos esenciales y nuevos desarrollados de la tecnología de la carne en la Rep. Fed. de Alemania. Rev. Die Fleischwirtschaft Nro. **1** (1981).
- (31) H.U. Liepe, E. Pfoil: Nitratos, nitritos y nitrosaminas. Rev. Die Fleischwirtschaft Nro. **8** (1981).
- (32) L. Leisther: New nitrite regulation of West Germany. Rev. Die Fleischwirtschaft Nro. 2 (1981).
- (33) H. Schmidt-Hebbel: Sobre la formación de nitrosaminas. Revista de Alimentos. Santiago **5**, 2, 36 (1980).
- (34) H. Weinling: **Tecnología práctica** de la carne. Editorial Acirbia, Zaragoza. España (1973).
- (35) H. Schmidt-Hebbel: **Las Especies**. Su importancia en Química y Tecnología de Alimentos. Editorial Universitaria. Santiago (1980).
- (36) H. Schmidt-Hebbel, I. Pennacchiotti: Las Enzimas en los alimentos, AlfaBeta Impresores. Santiago (1982).
- (37) J. Schormüller: Handbuch der Lebensmittelchemie. **Tomos I-IX**. Springer Verlag. Berlin (1965-1970).
- (38) H.J. Sinell: **Welternährung** und Nahrungsmittelhygiene. Chemie + Fortschritt. Verband der Chem. Industrie **3**. **16** (1983).
- (39) J. Wismer Pedersen: Química del agua en la carne. Rev. Noticiteca **14**, **81**, 35-40 (1984).
- (40) F. Wirth: El pH y la elaboración de productos cármicos. Fleischwirtschaft-Español N° 2 24-34 (1980).
- (41) H. Koch: Die Fabrikation feiner Fleisch-und Wurstwaren. **17**. Auflage Verlagshaus Sponholz, Frankfurt Main (1982).
- (42) E. Hermesen: Die Vakuum-Behandlung von Fleisch-und Wurstwaren. Verlag Wilma Hermesen, Osnabrück (1967).
- (43) W. Frey: Fehlfabrikate - Kochwurst. Die Fleischerei N° **11** + **12** (1981), N° **1-6** (1982).
- (44) R. Fischer: Embutido de hígado. Propiedades emulsionantes del hígado; dependiendo de su estado y del tratamiento previo. Die Fleischerei N° **6** (1982).
- (45) F.F. Winter: **Herstellung von Kochwurst**. Die Fleischerei N° **12**, 845-848 (1982).
- (46) F.M.W. Visser, J. Jongsma, M. van Zutphen: Schwartenverarbeitung in feinerzkleinerer Brühwurst. Die Fleischerei N° **4**, 265-273 (1983).
- (47) J.E. Reichert: investigaciones sobre los factores que influyen en la ligazón del embutido escaldado. Die Fleischerei N° **10** (1981).
- (48) R. Winter: **Herstellung von Brühwurst**. Die Fleischerei N° **1**, 13-16 (1983).
- (49) J.E. Reichert: **Parámetros** influyentes en la calidad y el rendimiento del jamón cocido. Die Fleischerei **NO 4** y N° **5** (1982).
- (50) J. Knecht: Problemas técnicos en el **masajeado** por caída en el jamón cocido y trozos para **inclusión**. Fleischwirtschaft **Español NO 2**, 24-31 (1981).

- (51) **W. Pezacki:** Algunos conocimientos básicos en la elaboración de embutidos secos (crudos). *Fleischwirtschaft-Español* N° 2, **40-45** (1981).
- (52) **W. Uchman, W. Chalcarz y W. Pezacki:** Utilización de la sangre de animales faenados en la alimentación humana. *Fleischwirtschaft-Español* N° 1, **50-54** (1982).
- (53) **A.O.A.C.:** Official methods of analysis of the Assoc. of Off. Anal. Chemists. William Horvitz, Editor. **XIII Ed.** Washington (1980).
- (54) **R. Casares:** *Tratado de Bromatología*. Editorial Casares, Madrid (1968).
- (55) **F. Wirth, Hauptmann:** Sensorik-Ausbildung für Sachverständige der DLG-Qualitätsprüfungen für Fleischerzeugnisse Teil 1 u 2. *Fleischwirtschaft* 60. Jahrgang Januar, Heft 1, Seite 1 (1980).
- (56) **E. Larmond:** Sensory Evaluation of Meat. *Meat Proc.* 4, p. **92** (1981).
- (57) **H. Cross, Ron Moen, M.S. Stanfield:** Training and Testing of judges for Sensory Analysis of Meat Quality. *J. Food Technol* 7, p. **48** (1978).
- (58) **A.M.S.A:** Guidelines for Cookery and Sensory Evaluation of Meat. Am. Meat Science Assn. Natl. Live Stock and ~~Meat~~ Bd. Chicago (1978).
- (59) **R.A. Bradley:** Some Statistical Methods in Taste Testing and Quality Evaluation. *Biometrics* 9:22 (1953).
- (60) **F. Wittig de Penna:** Evaluación Sensorial. Una metodología actual para Tecnología de Alimentos. Talleres **Gráficos USACH**. Santiago, pág. **56, 58, 61, 64, 75, 107 y 112** (1981).
- (61) **H. Schmidt-Hebbel:** ~~Control~~ de calidad de carnes: determinación de pH en carnes. Contacto Latinoamericano (Merck) 3, **11-13** (1980).
- (62) **Instituto Nacional de Normalización (INN):** Normas oficiales sobre Carne y Productos Carnes. **Métodos de Ensayo** (1977-1979), Santiago.
- (63) **A. Beythien:** Laboratoriumsbuch für den Lebensmittelchemiker. Verlag Theodor Steinkopff (1951).
- (64) **W. Rödel & L. Leistner:** Ein einfacher a/w-Wert-Messer für die Praxis. *Die Fleischwirtschaft* 51, 12. 1800-1802 (1971).
- (65) **W. Rödel, H. Poner & L. Leistner:** Verbesserter a/w-Wert-Messer zur Bestimmung der Wasseraktivität von Fleisch und Fleischwaren. *Die Fleischwirtschaft* 55, 4, **557-558** (1975).
- (66) **G. Luffi,** Mess- und Regeltechnik GmbH, Stuttgart, Altenbergstr. 3.
- (67) **Rotronic ag,** Zürich, Schweiz; representada por Instrumentalia S.R.L. J.E. Uriburu **1076**, Buenos Aires, Argentina.
- (68) **Vaisalia OY,** Helsinki, Finland; representada por Vaisalia Sudamericana S.A. Campichuelo **630/2**, Buenos Aires, Argentina.
- (69) **G. Favetto, S. Resnik, J. Chirife & C. Ferro Fontan:** Statistical evaluation of water activity measurements obtained with the Vaisala Humicap Humidity Meter. *J. Food Sci.* 48(2):**534-538** (1983).
- (70) **P.T. Vos & T.P. Labuza:** Technique for measurement of water activity in the high A_w range. *J. Agr. Food Chem. Vol.* 22, Nro. 2, **326-327** (1974).
- (71) **T.P. Labuza:** Kinetics of lipid oxidation in foods. *CRC Critical Reviews in Food Technology* 2, 3, **355-405** (1971).
- (72) **H. Hadorn:** Método de determinación de creatinina. Publicación de la Asociación de Fabricantes Suizos de sopas. Bem (1961).
- (73) **C.A. Arturo, N.A. Pensel y L.A. Marangunich:** Estudio comparativo de tres métodos para la determinación de creatinina en extracto de carne. *Rev. Noticiteca* 14, **18, 47-49** (1984).
- (74) **J.P. Chicot et al.:** **Dosage des corps creatiniques dans les viandes et les produits carnés.** *Ann. Fals. Exp. Chim.* 76, **815 (73-82)** (1983).
- (75) **Revista Merck Informa:** Evolución en la determinación de nitritos. 8, 4 (1977) y 12, **16** (1979).

- (76) *International Organization for standardization (iso)*: International Standard **ISO 3496-1978** (E): Meat and meat products-determination of L(-) hidroxiprolina content (Reference method).
- (77) **O.H. Nyler**: Die Bestimmung des kollagenen Bindegewebes durch vereinfachte Ermittlung des Hydroxiprolingehaltes. Die Fleischwirtschaft Nr. 1 (1972).
- (78) **H.E. Cox & D. Pearson**: The chemical analysis of foods. Chemical Publishing Co. New York (1962).
- (79) **H.R. Cook**: Determinación de **carne de caballo en productos cárnicos**. Jour. A.O.A.C. **45**, **10** (1962).
- (80) **K.P. Kaiser et al.**: Proteindifferenzierung mit elektrophoretischen Methoden bei Fleisch, Fisch, und abgeleiteten Produkten. Zschr. Lebensm. Unters. Forsch. **170**, **334 & 171**, **415** (1980).
- (81) **W.J. Olsman**: Methods for detection and determination of vegetable proteins in meat products. J. Am. Oil Chem. Soc. **56**, **3**, **285-287** (1979).
- (82) **H. Günther**: Bestimmung von Fremdeiweiß in Fleischwaren. Arch. Lebensmittelhyg. **20**, **97** (1969).
- (83) **G.H. Ingerowski & H.J. Stan**: Nachweis von Oestrogen-Rückständen in Fleisch mit Hilfe des cytoplasmatischen Oestrogen-Rezeptorsaus Rinderuterus. Dtsch. Lebensm. Rundsch. **74**, **1** (1978).
- (84) *Revista Merck Informa*: Identificación microbiológica de residuos de inhibidores **11**, **11** (1978).
- (85) *International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF)*. Microorganisms in Foods. **2**. Sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications. University of Toronto Press (1978)
- (86) *Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)*: Anleitung zur Abtrennung und Identifizierung von Farbstoffen in gefärbten **Lebensmitteln**. Mitteilung XIV (1980).
- (87) **H. Stelzer D.**: Aplicación de la cromatografía a la investigación de colorantes en alimentos. An. Bromat. Madrid **XII**, **1**, **9** (1960) y **XII** **113** (1960).
- (88) **A. Alcalá C.**: Antecedentes sobre triquinosis en Chile. Monografías de Medicina Veterinaria. Fac. de Cienc. Agrar. Veter. y Forest. Universidad de Chile vol. **3**. **2**. **29-42** (1981).
- (89) **P.N. Acha y B. Fzyfref**: **Zoonosis** y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. Pub. Cient. **354** de **OPS/OMS** **566-578** Washington D.C. (1977).
- (90) **M. Gemell**: Perspectivas de las posibilidades de control de la hidatidosis y cisticercosis. Not. Med. Vet. vol **1**, **3**, México (1975).
- (91) **M. Aldussalam**: El problema de la teniasis y cisticercosis Publ. Cient. **295** de **OPS/OMS**, **117-129**. Washington D.C. (1975).

