

# Tecnología para el Procesamiento de Carne

Miguel Ángel García Ochoa



**RESERVA**

**UNELLEZ**

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL  
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"  
VICERRECTORADO DE INFRAESTRUCTURA Y PROCESOS INDUSTRIALES  
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN  
SAN CARLOS, COJEDES 2008

**RESERVA**



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL  
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"

VICERECTORADO DE INFRAESTRUCTURA Y PROCESOS INDUSTRIALES



UNELLEZ 3737

COLECCIÓN: Pensamiento Docente Nro. 4

TÍTULO: Tecnología para el Procesamiento de Carne

AUTOR: Miguel Ángel García Ochoa  
© UNELLEZ - SAN CARLOS

EDICIÓN: Coordinación de Investigación del Vicerrectorado de Infraestructura y  
Procesos Industriales

EDITOR: Douglas Mcreno

ASISTENTES DE EDICIÓN: Miguel Luque / Edwing Vivas

REIMPRESIÓN: Editorial Horizonte C.A.  
Barquisimeto, estado Lara, Venezuela

ISBN: 978-980-12-2570-6

DEPÓSITO LEGAL If: 05820076001574

DIRECCIÓN: Coordinación de Investigación UNELLEZ, Km. 4, Carretera vía  
Manrique, San Carlos, Cojedes. Teléfonos: (0258) 4331411 / 4331412 / 4331671  
e-mail: [dcmoreno@cantv.net](mailto:dcmoreno@cantv.net)

## AUTORIDADES DE LA UNELLEZ

PROF. MIGUEL ÁNGEL HENRÍQUEZ MARCANO  
Rector

PROF. BETSI COROMOTO ARCILA DE DELGADO  
Secretaria

PROF. VICENTE JIMÉNEZ RODRÍGUEZ  
Vice-rector de Servicios

PROF. ISABEL MACÍA

Vice-rectora de Planificación y Desarrollo Social

PROF. ALBERTO HERRERA GONZÁLEZ

Vice-rector de Producción Agrícola

PROF. RICARDO IGNACIO RODRÍGUEZ VERDE

Vice-rectora de Planificación y Desarrollo Regional

PROF. JOSÉ VICENTE RUIZ

Vice-rector de Infraestructura y Procesos industriales

PROF. JOSMER NAVARRO

Secretaria Ejecutiva de Investigación

PROF. MARISELA FERRER

Secretaria Ejecutiva de Postgrado

RESERVA

## AUTORIDADES DE LA UNELLEZ - SAN CARLOS

PROF. JOSÉ VICENTE RUIZ  
Vice-rector de Área

PROF. JAIME MIRÓ  
Secretario del Consejo Académico

PROF. NAHIR CARBALLO  
Jefe Programa Ingeniería

PROF. CÉSAR ABREU  
Coordinador de Investigación

PROF. JUAN FERNÁNDEZ MOLINA  
Jefe Programa Ciencias del Agro y del Mar

PROF. ITAMAR MONTILLA  
PERDOMO  
Coordinador de Postgrado

PROF. EDITH JULIETA MORENO  
Jefe Programa Ciencias Sociales

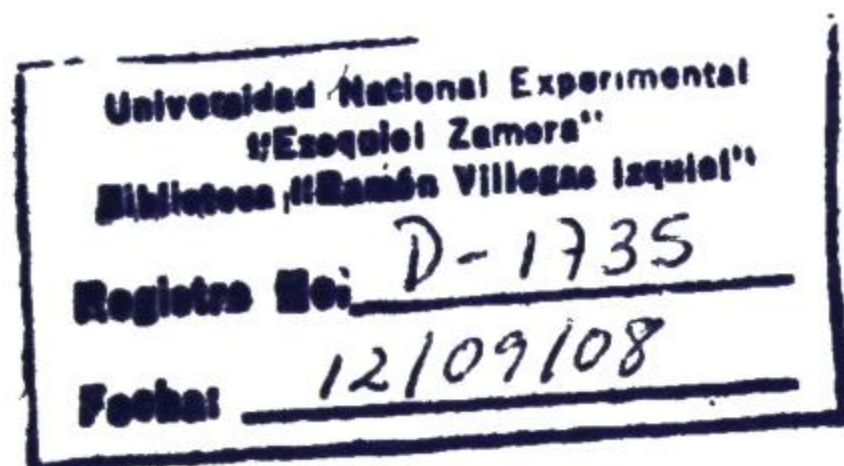
PROF. TAMHARAIRE ROJAS  
Coordinadora de Extensión

PROF. RAFAEL CRISTANCHO  
Jefe Programa Ciencias de la Educación

RESERVA



1960  
G25  
BRV  
EJ. 07



## DEDICATORIA

A mi esposa Rosario.  
A mis hijas Cristina Isabel y María Luisa.  
A mi hermana Cristina.

**RESERVA**

**RESERVA**



## **AGRADECIMIENTO**

A Dios,

A la UNELLEZ y a su personal que hace posible la gestión institucional

Y a los estudiantes, razón fundamental de su existencia y principal  
motivación del presente libro.

AVG 7 2009



## PRÓLOGO A LA PRIMERA REIMPRESIÓN 2008

El Prof. Miguel Ángel García ha escrito un excelente libro sobre Tecnología para el Procesamiento de Carne. Una de las actividades más importantes que un profesor puede hacer luego de acumular tantos años de experiencia, es dejar sus apuntes a la generación de relevo. Con éllo lega su experiencia, tanto del punto de vista científico como didáctico. Este libro del Prof. García cumple con ese cometido y mucho más.

Tecnología para el Procesamiento de Carne revisa la química, bioquímica, tecnología, ingredientes, equipos, y legislación venezolana desde un punto de vista eminentemente práctico. Revisa el qué y el por qué de diferentes procesos tecnológicos, proporcionando la información requerida en el lugar adecuado, sin perderse en elucubraciones. Es un libro completo, cuyo lector no necesitará de referencias adicionales para su comprensión. Por ejemplo, el lector no requerirá de un libro de bioquímica de alimentos para entender las bases de bioquímicas sobre las cuales se soporta la tecnología del procesamiento de carne, ni un libro de termobacteriología para calcular tiempos de esterilización.

Son cuatro los capítulos de este libro. Para tener una idea general del contenido de cada uno de ellos, el lector puede obviamente recurrir al índice. Sin embargo, al adentrarse en el cuerpo del libro, el lector se sentirá gratamente sorprendido al encontrar información detallada sobre aspectos que el índice ha sido a veces tímido en reflejar.

El primer capítulo incluye una revisión exhaustiva de los ingredientes que se utilizan para la elaboración de productos cárnicos para consumo humano. Aquí se informa sobre cuáles son los ingredientes, sus diferentes formas de presentación, y por qué se utilizan. Se exponen tanto las bases químicas de su uso como su utilidad tecnológica, abundando en el uso de ecuaciones y esquemas muy didácticos.

Este capítulo se extiende particularmente en dos puntos específicos de especial relevancia. Uno es la grasa, en dónde el autor comienza esta sección con la química de ácidos grasos, pasando luego por sus características físicas y químicas, su oxidación, el uso de antioxidantes y los factores indicadores de su oxidación y rancidez. El segundo punto se refiere a la carne, en dónde el autor expone la estructura muscular, el proceso de contracción y relajación muscular, la conversión del músculo en carne, el rigor mortis, la composición de la carne, los tipos de corte de carne bovina, factores de calidad y un largo etcétera. Todo complementando con abundantes esquemas y figuras explicativas.

En el segundo capítulo, el Prof. García expone las bases del comportamiento de la carne ante tratamientos tecnológicos de utilidad en su procesamiento desde el punto de vista químico, bioquímico, y microbiológico. Aquí, además de esquemas y ecuaciones, el Prof. García utiliza dibujos de equipos para el procesamiento de la



carne de gran utilidad didáctica. El lector podrá encontrar información sobre los factores que afectan la calidad de la carne, bases del uso de aditivos durante el proceso de curado, microorganismos de interés en la industria de la carne y factores que influyen en su crecimiento, tipos de parásitos, ablandamiento de la carne, cocinado, y ahumado.

El tercer capítulo trata de tecnología y equipos. En éste, el lector podrá contar con un manual para la elaboración de diferentes productos cárnicos, y la explicación de los cambios que ocurren en la carne durante el procesamiento específico para la obtención de cada uno de los productos. Este capítulo también incluye una serie de prácticas para el procesamiento de carne, las cuales lo hacen un libro de doble propósito, fundamentos teóricos y tecnologías interesantes para cualquier tipo de lector, y prácticas estructuradas que pueden realizarse en un curso académico. Adicionalmente, el Prof. García incluyó una serie de ejercicios resueltos, por lo que puede considerarse que este capítulo constituye una guía de auto-aprendizaje y chequeo de procesos tecnológicos útil tanto para el estudiante como para el procesador de alimentos.

El cuarto y último capítulo trata sobre control de calidad, empaques y control oficial. Con los dos primeros aspectos el Prof. García termina de exponer toda la información básica que un tecnólogo de productos cárnicos debe conocer y un procesador tiene que saber. Con el tercero, el libro proporciona una información imprescindible y a veces olvidada en este tipo de libros.

Si alguna preocupación se debe tener con esta obra del Prof. García, es que su difusión sea limitada al contexto de su universidad e instituciones afines. Considero que esta obra debería estar disponible en la biblioteca de cada institución de educación superior venezolana que imparta cursos sobre el tema, y a la venta a estudiantes y procesadores de carne del país.

**Dr. Vicente Gómez**

**Coordinador Académico**

**Post-grado Interfacultades en Ciencia y Tecnología de Alimentos**

**Universidad Central de Venezuela**

## PROLOGO 2007

En Venezuela existe una industria procesadora de carne con un nivel de desarrollo comparable a cualquier país desarrollado pero con la orientación hacia la elaboración de productos de mayor aceptación en el mercado nacional. Esto ha determinado un incremento en los cursos a nivel universitario y tecnológico, a fin de satisfacer la formación de profesionales y técnicos capacitados en esta importante área de los alimentos. Este libro ha sido escrito intentando aportar a los estudiantes a nivel superior y profesionales en ejercicio, un texto que cubra las necesidades del conocimiento teórico y tecnológico aplicado a los procesos de la industria procesadora de carne.

Existen excelentes libros de consulta pero ninguno cubre la totalidad de los contenidos que con orientación aplicada contemplan los cursos de procesamiento de carne que dicta la UNELLEZ y otros centros de educación superior en el país.

"Ciencia de la carne", "Ciencia de la carne y los productos cárnicos" y "Fundamentos en ciencia de la carne", han sido excelentes textos de consulta en el área de ciencia de la carne.

Con este libro se pretende dar una orientación aplicada del conocimiento tecnológico al procesamiento de carne tanto a nivel industrial como de planta piloto.

Este libro resume todo el material didáctico que el autor ha preparado para el dictado de las clases teóricas, teórico-prácticas y prácticas de laboratorio desde el inicio de su gestión como profesor de la UNELLEZ (1978), en esta área del conocimiento tecnológico. También fue escrito pensando en las necesidades de la Industria Procesadora de Carne de Venezuela y en las instituciones de Educación Superior de nuestro país que contemplan el procesamiento de carne en sus planes de estudios.

En tal sentido este libro va dirigido a profesionales universitarios en ejercicio en el campo de la producción, al personal docente universitario, al personal técnico en ejercicio, a estudiantes en el área e industriales y ofrece la información teórica y técnica aplicada en forma integral. Pues por una parte indica la forma sistemática de ejecutar los procesos tanto a nivel industrial como en planta piloto con los parámetros a controlar sobre los mismos y por otra parte contempla una interpretación teórica de los aspectos tecnológicos involucrados en esos procesos.

**Prof. Rosario de García UNELLEZ**



## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I	
INGREDIENTES QUE SE UTILIZAN EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS PARA CONSUMO HUMANO.	17
Leche en Polvo	17
Productos de la Soya	18
Harinas	19
Almidón	20
Especias	20
Sal	21
Nitratos y Nitritos	21
Azúcar	22
Agua	22
Polifosfatos	23
Glucono Delta Lactona (GDL)	23
Glutamato Monosódico (MSG)	23
Acido Ascórbico	24
Huevos	24
Vísceras	24
Plasma - Sangre	25
Grasa	25
Carne	38
Músculo	39
Conversión de Músculo en Carne	49
Carne en Canal	57
Carne Deshuesada Mecánicamente (CDM)	62
Composición de la Carne	65
Efecto de la Sal y los Polifosfatos sobre la Capacidad de Retención de Agua.	72
Índices de Importancia en la Carne	77



**CAPÍTULO II****BASES DEL COMPORTAMIENTO DE LA CARNE ANTE TRATAMIENTOS TECNOLÓGICOS DE UTILIDAD EN SU PROCESAMIENTO.**

Color de la Carne sin Curar y Curada	81
Desarrollo de Nitrosaminas	81
Prevención del Desarrollo de Nitrosaminas.	92
Microbiología de Interés en la Industria de la Carne	94
Ablandamiento de Carne	95
Cocinado de Carne	112
Ahumado	116
	123

**CAPÍTULO III****TECNOLOGÍA Y EQUIPOS QUE SE UTILIZAN EN LOS PROCESOS DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**

Emulsiones Cárnicas	133
Embutidos	139
Salchichas	146
Proceso Tecnológico 1. Salchichas	146
Mortadela Cocida al Horno (Tipo Especial)	154
Proceso Tecnológico 2. Mortadela Tipo Especial	155
Mortadela Cocida en Baño (Tipo Extra)	156
Proceso Tecnológico 3. Mortadela Tipo Extra	158
Métodos y Técnicas de Curado	159
Elaboración de Chuleta Ahumada	164
Proceso Tecnológico 4. Chuleta Ahumada	166
Gelificación Térmica de Proteínas	167
Elaboración de Jamón Cocido	173
Proceso Tecnológico 5. Jamón Cocido	175
Elaboración de Jamón Tipo Tender	179
Proceso Tecnológico 6. Jamón Tender	181
Elaboración de Enlatados de Carne	182
Elaboración de Jamón Endiabado	193
Proceso Tecnológico 7. Jamón Endiabado	197
Embutidos madurados	200

Prácticas de Laboratorio sobre Técnicas Aplicadas al Procesamiento de Carne.	218
Práctica 1. Capacidad de la Carne para Emulsionar Grasas	218
Práctica 2. Capacidad de Retención de Agua durante el Cocinado	221
Práctica 3. Desarrollo y Estabilización del Color de Curado	223
Práctica 4. Elaboración de Embutidos	226
Formulación de la Solución Curante para Chuleta Ahumada, Jamón Tipo Tender y Jamón Cocido	231
Práctica 5. Elaboración de Chuleta Ahumada	240
Práctica 6. Elaboración de Jamón Tipo Tender	244
Práctica 7. Elaboración de Jamón Cocido	246
Práctica 8. Enlatados. Jamón Endiabado.	249

**CAPÍTULO IV****PRODUCTOS CÁRNICOS. CONTROL DE CALIDAD. TRIPAS, ENVOLTURAS Y MÉTODOS DE EMPAQUE. CONTROL OFICIAL.**

Aseguramiento	253
Tripas Envolturas y Métodos de Empaquetado	257
Envolturas	261
Métodos de Empaquetado	263
Control Oficial	267
APÉNDICE	287
BIBLIOGRAFÍA	291



## INTRODUCCIÓN

La tecnología que se aplica al procesamiento de la carne tiene un objetivo que justifica su aplicación. Por tal motivo el presente libro de tecnología tiene como fin ordenar el conocimiento técnico y las técnicas específicas que al ser aplicadas sobre la carne y los ingredientes y aditivos que la acompañan, dan por resultado la obtención de productos elaborados a partir de la carne y destinados al consumo humano. En tal sentido el desarrollo de los contenidos de este libro de tecnología, se ajusta a una estructura que guiará al lector en una forma progresiva en el conocimiento, manejo y procesamiento de las materias primas hacia la obtención de productos procesados de carne.

Dentro de este contexto, el libro se desarrolla bajo la siguiente estructura:

- 1.- Presentación de los ingredientes y aditivos desde el punto de vista físico, químico, microbiológico y funcional.
- 2.- Consideración de los aspectos básicos de los ingredientes y aditivos que determinan los tratamientos tecnológicos a que son sometidas las materias primas en su transformación hacia productos elaborados.
- 3.- Se seleccionaron las tecnologías involucradas en los procesos tecnológicos identificados y las operaciones que integran los procesos para la obtención de los productos considerados. Esta selección de procesos, se realizó por separado para cada producto en particular y para cada uno de esos productos, se desarrollaron los siguientes pasos:
  - 3.1- Se ordenaron en forma secuencial las operaciones identificadas para la obtención de los productos, lo cual dio por resultado los procesos tecnológicos correspondientes.
  - 3.2- Se identificaron los equipos que permiten realizar las operaciones del proceso para cada uno de los productos tratados, de acuerdo a los requerimientos de las operaciones específicas establecidas.
  - 3.3- Los equipos fueron ordenados de acuerdo a la secuencia de las operaciones de los procesos tecnológicos que se aplicaron en la elaboración de los productos. Así se obtuvo la "línea de producción" para cada uno de los productos.
- 4.- Se trató la formulación en función de los productos procesados a obtener y los factores que la afectan.
- 5.- Se discutieron los efectos, cambios o eventos que ocurren durante las operaciones de los procesos, considerando los siguientes:



## CAPÍTULO I

## INGREDIENTES QUE SE UTILIZAN EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CARNICOS PARA CONSUMO HUMANO

Los ingredientes que en el presente libro de tecnología serán considerados como ingredientes tecnológicos son los componentes que forman parte de la formulación de los productos cárnicos procesados.

A continuación se listan los más importantes sin seguir un orden de importancia determinado.

- 1.- Carne
- 2.- Piel de la carcasa
- 3.- Huesos
- 4.- Agua
- 5.- Fósforo
- 6.- Sal
- 7.- Nitritos y Nitratos
- 8.- Azúcar
- 9.- Aceite
- 10.- Polifosfato
- 11.- Gluceno Dextro Lactona (GDL)
- 12.- Glutamato Monosódico o Monosodium Glutamato (MSG)
- 13.- Ácido Ascórbico
- 14.- Huesos
- 15.- Visceras
- 16.- Plasma
- 17.- Grasa
- 18.- Carne
- 19.- Carne Deschusada Mecánicamente (CADM)

## LECHE EN POLVO

Se puede utilizar leche en polvo descremada que contiene el 36% de proteínas de la cual cerca del 80% es caseína y el resto son lacto - albúminas y lacto - globulinas. Pero la leche en polvo tiene poca solubilidad en el agua por estar unida al calcio formando caseinato de calcio (Price y Schweigert, 1971; Forrest et al., 1975).

- 5.1- Protección de las características organolépticas y aceptación del producto por parte de los consumidores
- 5.2- Diferentes cambios que ocurren en la estructura física y química de los ingredientes y aditivos frente a los tratamientos tecnológicos a que son sometidos durante las operaciones de diferentes procesos
- 5.3- Destrucción de la flora bacteriana que interviene en el deterioro de los productos elaborados
- 5.4- Destrucción de los agentes patógenos presentes en los ingredientes que pueden afectar la salud del consumidor
- 6.- También se abordaron los aspectos relacionados con el producto final, materiales de empaque y empaquetado.

Por otra parte se trataron los aspectos importantes relacionados con el aseguramiento de la calidad de los productos considerando la legislación y valoración, previamente establecido en leyes, reglamento y normas oficiales al respecto.

Finalmente se consideran los aspectos legales de funcionamiento para los productos considerados orientados tanto a la conservación de los productos en buen estado, como a la preservación de la salud del consumidor y la prevención de acciones fraudulentas sobre los mismos.



De los productos obtenidos a partir de la leche, interesa el caseinato de sodio, también conocido con el nombre de proteína láctea disgregada, que se prepara a partir de la leche magra pasteurizada y tratada con determinadas sales de sodio, resultando en proteínas más hidrosolubles (Ulrich, 1980). Sustituyendo el calcio por el sodio, además de la solubilidad en el agua, aumenta también su capacidad emulsificante.

## PRODUCTOS DE LA SOYA

Según Price y Schweigert (1971), los productos de la soya son utilizados en la elaboración de embutidos, debido a su alto contenido de proteínas y entre estos los más importantes para ser utilizados en productos cárnicos son: la harina de soya, el granulado de soya, concentrado de proteína de soya y la proteína aislada de soya. La harina de soya y el granulado de soya se diferencian en que la harina de soya es finamente molida, mientras que el granulado de soya está formado por granos de mayor tamaño. La harina de soya y el granulado de soya tienen un contenido de proteína que varía entre 40 y 60%. El concentrado de proteína de soya tiene un 70% de proteína y la proteína aislada de soya constituye un concentrado con un 90% de proteína.

La harina de soya y el granulado de soya se obtienen por molido y triturado respectivamente, a partir de las hojuelas de soya desgrasadas y deshidratada. La proteína concentrada de soya se obtiene a partir de la harina, por un proceso mediante el cual la proteína es inmovilizada y los azúcares solubles y minerales (los componentes hidrosolubles) son removidos. La proteína aislada de soya, es obtenida de las hojuelas de soya desgrasadas, por un proceso de alcalinización y luego de precipitación por acidificación del medio (Rakosky, Jr., 1976).

La harina de soya tiene a pH 6,5 una solubilidad óptima en agua. La proteína de soya pura, es soluble en medio acuoso por encima y por debajo del punto isoeléctrico, el cual se halla en pH 4,5 (Ulrich, 1980).

Entre las funciones se pueden destacar que la harina de soya, granulado de soya y el concentrado de proteína de soya favorecen la retención de agua y grasa en productos cárnicos. La proteína aislada se puede decir que tiene una naturaleza similar a la miosina, tiene propiedades emulsificantes, de retención de agua y gelificación con la temperatura (Rakosky, Jr., 1976).

Russ (1996), reporta tres tipos de productos de soya con proteína que oscila entre el 40-55%: harinas, sémolas y TVP (proteína vegetal texturizada

por sus siglas en inglés). Típicamente las harinas y sémolas de soya están hechas a partir de las hojuelas de soya que han sido tratadas terminadamente (tostadas) para optimizar nutrición, sabor y absorción de agua. Estos productos se pueden utilizar en sistemas cárnicos molidos. TVP o proteínas vegetales texturizadas son productos procesados por extrusión para impartir textura y/o estructura distinta, se utilizan para proveer una textura similar a la carne, existen en tamaños, formas y colores diferentes.

Russ (1996), también reporta concentrados de proteína de soya con contenido de proteína entre 66 y 72% (base seca). En este caso el producto puede presentar diferente funcionalidad ligar humedad o emulsificar grasa. Los usados para ligar humedad son considerados no funcionales mientras que los que exhiben propiedades emulsificantes se consideran funcionales. Los concentrados de proteína de soya no funcionales están disponibles en varios tamaños de partículas. Así como formas de texturizadas. Las harinas (polvo) son utilizadas para ligar agua y las texturizadas se utilizan para dar textura. Los concentrados de proteína de soya funcionales, son altamente solubles y tienen la capacidad de ligar agua y emulsificar la grasa.

Russ (1996), igualmente reporta la proteína aislada de soya (PAS). Esta representa la forma más refinada y versátil de los derivados de la soya, contiene no menos del 90% de proteína en base seca. La PAS puede reemplazar porciones de proteína de carne soluble en sal en sistemas de carnes procesadas, estabilizar emulsiones, ligar agua y grasa y ayudar a mantener la integridad estructural de los productos cárnicos de la cocción.

Russ (1996), recomienda hidratar la proteína aislada de soya (PAS) formando un gel para obtener máxima funcionalidad, al efecto se utiliza 1 parte de PAS por 4 partes de agua, se desmenuza en un cortador de carne "Cutter" hasta obtener un gel de aspecto suave y brillante, el cual contiene 18% de proteína. Siguiendo este procedimiento Moreno y García (2000) elaboraron un gel de PAS y lo incorporaron en una fórmula estandarizada con un 64,4% de pulpa o carne de cachama para salchicha sustituyendo la pulpa de cachama de la fórmula en una 15,85% por gel de PAS y obtuvieron salchichas con una textura semejante a las salchichas comerciales de carne y pollo.

## HARINAS

La harina de trigo y en menor grado la cebada, avena, maíz y arroz son utilizados en la elaboración de productos cárnicos, estas son harinas



relativamente bajas en proteínas y altos en almidón por lo que no poseen capacidad emulsionante de las grasas pero si ayudan en la retención de agua (Price y Schweigert, 1971).

## ALMIDON

En algunas ocasiones se utiliza el almidón puro como es el caso del almidón de papa. Sin embargo si no se tiene el debido cuidado, durante el cocinado de los embutidos la capacidad de retener agua puede verse afectada negativamente. También las amilasas (enzimas que metabolizan el almidón) pueden degradar el almidón perdiendo así la capacidad de retener el agua. La degradación o hidrólisis del almidón solo se produce a temperaturas que sobrepasan los 80 °C temperatura a la cual se inactivan las amilasas de la carne. La temperatura de gelatinización varía entre tipos diferentes de almidón, desde 52 °C para el almidón de trigo hasta 63 °C para el almidón de papa (Price y Schweigert, 1971).

El almidón impide en los productos cárnicos la separación de la gelatina. En cambio no ejerce ninguna influencia sobre la grasa separada. Tampoco influye en la estructura de la pasta, aún cuando la consistencia resulta algo mayor. Esto se atribuye a la fijación de agua. Las pastas preparadas con frecuencia se presentan secas, con ausencia de jugosidad (Ulrich, 1980).

## ESPECIAS

Las especias son sustancias vegetales, aromáticas, sometidas a secado, pudiendo ser aplicado el término a todos los productos vegetales desecados: hierbas, semillas aromáticas y las hortalizas deshidratadas.

Las especias pueden ser de las siguientes formas:

- 1.- Enteras
- 2.- Molidas
- 3.- Esencias aceitosas
- 4.- Oleorresinas

La mayoría de las especias son utilizadas en forma molida que permiten una distribución uniforme en el producto. Pero también se utilizan especias enteras en algunos embutidos.

El sabor que aportan las especias al producto, se debe a su contenido de sustancias extractivas, como esencias aceitosas o oleorresinas. Las esencias aceitosas son aceites etéreos o esenciales volátiles (sustancias aromáticas

activas) obtenidos de las plantas aromáticas deshidratadas y molidas o a partir de oleorresinas aplicando técnicas de volatización y destilación y su absorción en aceite (grasa) neutro. Las oleorresinas, son viscosas corresponden a componentes resinosos obtenidos o extraídos de especias molidas por medio de solventes (alcohol, éter, hidrocarburos), los cuales luego son volatizados, quedando un concentrado oleorresinoso, el cual contiene los aceites etéreos o esenciales, resinas, sales, sustancias acre, residuos y pigmentos; no contiene celulosa ni almidón presentes en las especias molidas, además están libres de gérmenes (Price y Schweigert, 1971; Wirth, 1992).

## SAL

La sal es uno de los ingredientes más comunes adicionados a los productos cárnicos. Los embutidos madurados usualmente contienen entre 1,5 a 2 % de sal. La sal se aplica para:

1) Impartir sabor. 2) Conservar el producto. 3) Solubilizar proteínas (Price y Schweigert, 1971).

En relación al sabor pese a muchos trabajos realizados no se ha encontrado un sustituto de la sal en este aspecto. Como conservador la sal impide o limita el crecimiento de bacterias perjudiciales. La sal influye sobre la actividad de agua, al agregar sal se reduce el valor de actividad de agua (Fracción de agua libre a disposición de los microorganismos). Para su multiplicación los microorganismos requieren una determinada cantidad de agua libre. Si se reduce la cantidad de agua libre se inhibe correlativamente con el valor  $a_w$  (actividad de agua), la multiplicación de los microorganismos (Ulrich, 1980).

La sal también actúa modificando la presión Osmótica lo cual inhibe el crecimiento bacterial (Kramlieh et al., 1973).

La sal interviene sobre la capacidad de retención de agua (C.R.A) de la carne y favorece la acción de los polifósforatos al respecto. Los polifósforatos no actúan si no se agrega previamente sal (Durand, 1984).

## NITRATOS Y NITRITOS

Se presentan comercialmente como sales de Sodio y de Potasio. Los más usados son los nitratos y nitritos de sodio. Los nitratos son reducidos a nitritos por acción bacterial; micrococos nitroreductores (Schiffner et al., 1978 y Frey, 1985). El ion nitrito posee gran reactividad, actuando como agente tanto oxidante como reductor (Price y Schweigert, 1971). También los nitritos tienen



un efecto inhibitorio sobre el *Clostridium botulinum* aún cuando en realidad el *Clostridium botulinum* es sensible fundamentalmente a tres factores a considerar como son, el cloruro de sodio, el nitrito de sodio y el pH del medio. Si la cantidad de Nitrito es baja es necesario incrementar la sal para inhibir el crecimiento del *Clostridium botulinum* y si el pH es alto es necesario aumentar el nitrito para inhibir el *Clostridium botulinum* (Durand, 1984). Se puede observar un aumento de 10 veces los efectos inhibidores disminuyendo en una unidad el valor de pH. Inhibiciones se han apreciado con pH 5,5. La sal común refuerza el efecto inhibidor. (Möhler, 1982).

También se ha involucrado el efecto perigo, se refiere a los compuestos inhibidores del crecimiento microbiano que se forman durante el calentamiento, 30 mg/kg de nitrito calentado, tienen la misma eficacia que 300 mg/kg de nitrito no calentado, al mismo pH (Durand, 1984).

Además de su actividad oxidoreductora y de su acción antimicrobiana, al nitrito se le atribuye una acción antioxidante sobre las grasas y ser responsable del típico desarrollo de aroma y sabor típicos del curado.

Pero la acción más evidente en los nitritos es el desarrollo del color (pigmento) del curado. Para acelerar el desarrollo del color, a las mezclas para el curado de la carne se incorporan agentes reductores (compuestos que donan electrones). Antes de que se desarrolle el color típico, el nitrito debe reducirse a óxido nítrico mediante una acción que es acelerada por agentes reductores. El reductor más utilizado es el ácido ascórbico (Forrest et al., 1975)

## AZÚCAR

El azúcar es un hidrato de carbono que se utiliza en elaboración de productos Cárnicos y participa mejorando el sabor y suaviza el sabor de la sal. El azúcar también sirve como fuente energética para las bacterias Nitroreductoras que intervienen en la reducción de nitratos a nitritos. Así mismo, el azúcar resulta ser una fuente de producción de ácido láctico, con la intervención de bacterias Homofermentativas que actúan en los productos madurados (fermentados) y de esta manera el azúcar interviene sobre el descenso del pH en estos productos (Schiffner et al., 1978)

## AGUA

El agua es el componente predominante de los embutidos cocidos pues representa entre el 45 y 55% del peso total del embutido, esta varía de acuerdo

con el agua agregada (en forma de hielo) y con el agua de constitución de los ingredientes. Pero el porcentaje de agua en el producto final no debería pasar de 4 veces el porcentaje de proteínas del producto, más el 10%, por ejemplo un embutido con 10% de proteína debería contener no más del 50% de agua pues  $4 \times 10 (\% \text{ proteína}) + 10\% = 50\%$  de agua.

El agua interviene favoreciendo la solubilidad de las proteínas y su acción estabilizadora sobre la grasa de las emulsiones en los embutidos. El agua también interviene como fase dispersante de las emulsiones para la elaboración de embutidos y favorece la jugosidad de los mismos (Price y Schweigert, 1971; Forrest et al., 1975). También el agua solubiliza los ingredientes que se preparan bajo la forma de soluciones curantes (salmueras) sirviendo como vehículo de incorporación de esos ingredientes en la carne destinada a la elaboración de productos curados mediante la técnica de inyección, inmersión, masajeado o combinaciones de ellas.

## POLIFOSFATOS

Los Polifosfatos son policondensados que se obtienen a partir de sales de sodio o potasio del ácido ortofosfórico ( $H_3PO_4$ ) o metafosfórico ( $HPO_3$ ) (Durand, 1984). Los Polifosfatos son quelantes del ion calcio anulando su efecto negativo sobre la capacidad de retención del agua (C.R.A.) (Burgeois y Le Roux, 1986). Igualmente los polifosfatos complejan el hierro, a lo cual posiblemente se debe su eficaz acción antioxidante (Cheftel y Cheftel, 1980) igualmente tienen un ligero efecto en el incremento del pH (Durand, 1984).

## GLUCONO DELTA LACTONA (GDL)

La glucono delta lactona (GDL) es un derivado de la glucosa, es decir, un carbohidrato. Químicamente la GDL es un anhidro del ácido Glucónico. Bajo la influencia del agua contenida en la carne o en la pasta, la GDL se hidroliza y transforma en ácido glucónico, con lo que desciende el pH. Este compuesto tiene especial interés en embutidos madurados, donde se requiere un rápido descenso del pH, pero deben tomarse las precauciones de cada caso en particular (Frey, 1985).

## GLUTAMATO MÓNOSODICO O MONOSODIUM GLUTAMATO (MSG)

El MSG es una sal del ácido Glutámico. Este tiene la particularidad de



intensificar el sabor. En las cantidades usadas normalmente no añade ningún sabor propio. Esto resulta muy importante y es la característica que lo diferencia de los sazónadores o especias que dan o agregan sabor. El MSG es efectivo intensificando el sabor de los alimentos en partes por mil (Furia, 1975).

### ÁCIDO ASCORBICO

El ácido ascórbico es químicamente idéntico a la Vitamina C y se prepara mayormente a partir de la glucosa por procedimientos enzimáticos. Si se considera un ácido orgánico como un compuesto con un grupo carboxílico, el ácido ascórbico no es propiamente un ácido. Debe más bien a su estructura de indol en un anillo de lactol la posibilidad de disociar en solución acuosa, un ion de hidrógeno, lo que origina reacción ácida. En lugar del ion de Hidrógeno, puede el ácido ascórbico captar un catión, formando entonces sales entre las cuales la más conocida es el ascorbato sódico, que da reacción neutra en solución acuosa; su capacidad de reacción química corresponde a la del ácido Ascórbico.

El ácido Eritórbico = D-Isoascórbico carece prácticamente de acción como Vitamina C y constituye un barato subproducto de la industria. En lo referente a la acción curante (reductora) es equiparable al ácido ascórbico, formando al igual que éste una sal sódica que es el eritorbato sódico (Möhler, 1982). Entre sus funciones se señalan, además de su acción sobre el desarrollo del color del curado, la de intervenir en, la disminución del Nitrito residual, la prevención del desarrollo de nitrosaminas y una acción antioxidante sobre las grasas.

### HUEVOS

Del huevo lo que más se ha utilizado en la industria procesadora de carne es la clara. Especialmente en embutidos por su acción ligante. Sin embargo debido a lo costoso de la proteína del huevo las industrias de la carne la utilizan cada vez con menor frecuencia (Burgeois y Le Roux, 1986).

### VISCERAS

Además de la carne (proveniente del músculo estriado) se tienen otros ingredientes que pueden ser utilizados en embutidos y lo constituyen las vísceras de los animales de abasto, así se tiene que se pueden usar en sustitución

total o parcial de la carne las siguientes vísceras de bovino: corazón, tripa, hígado, lengua, esófago, cerebro, pulmón, ubre, bazo, y de cerdo: corazón, hígado, lengua, estómago, bazo, esófago, también del cerdo se usa la piel, labios y orejas. Siempre la sustitución de vísceras por carne deberá estar bajo las regulaciones oficiales al respecto (Forrest et al., 1975).

### PLASMA - SANGRE

La sangre recogida en el momento del sacrificio de los animales representa del 3 al 5 % del peso del animal (Cheftel et al., 1989). El plasma representa el 68,1% de la sangre del bovino (Ulrich, 1980). Si el plasma se calienta progresivamente hasta unos 50 - 60 °C en presencia de iones  $Ca^{++}$ , se forma un gel translucido frágil que corresponde a una coagulación enzimática de la fibrina. Con temperaturas superiores (75°C), se hace opaco y resulta firme y termoplástico, lo que corresponde a una desnaturalización térmica, sus propiedades ligantes pueden aprovecharse en los productos de chacinería (Cheftel et al., 1989). El plasma tiene un pH de 7,8, contiene entre 5,0 - 7,5% de proteína y se utiliza hasta en un 10% en la formulación e interviene en la fijación de agua y grasa (Wirth, 1992).

El plasma natural o concentrado por ultrafiltración se congela en moldes o con un equipo formado por un cilindro giratorio y cuchillo de raspado produciendo plasma congelado en escarcha y se almacena a temperatura adecuada (-18 °C) para evitar fusión superficial y aglomeración de la escarcha. La incorporación del plasma en escarcha en la fórmula del embutido aporta bajas temperaturas, de interés en la primera etapa del proceso (Burgeois y Le Roux, 1986). Al agregar 1% de sangre de bovino en una formulación el contenido de pigmento (hemoglobina) es aproximadamente 1,5 mg/g. (Mienlik y Slinde, 1983).

### GRASA

La grasa animal tiene su origen en el tejido graso o adiposo, el cual a su vez tiene su origen en las células indiferenciadas mesenquimatosas que se diferencian en adipoblastos para constituir los adipocitos o células grasas que constituyen el tejido graso (Forrest et al., 1975).

La grasa en el bovino y cerdo tiene un orden de acumulación diferencial en: 1) Interna, correspondiente a la grasa mesentérica y de riñonada que se encuentra en el mesenterio y cubriendo los riñones en la parte interna de la

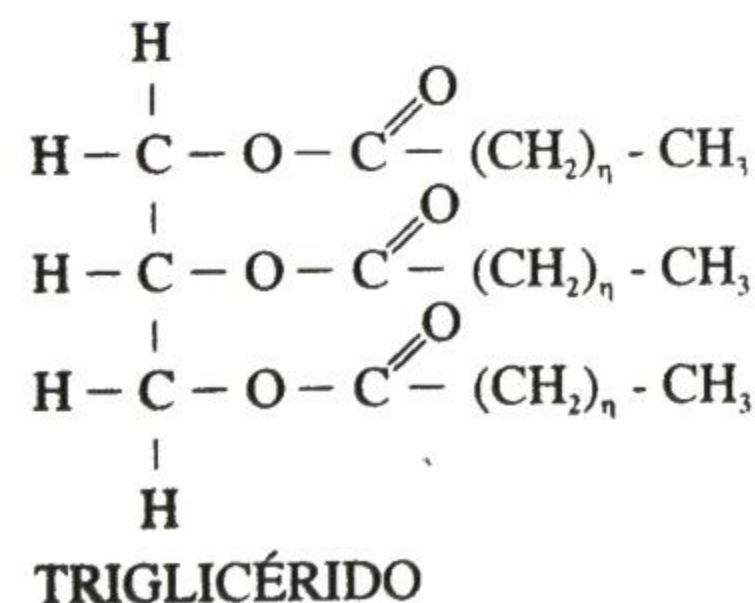
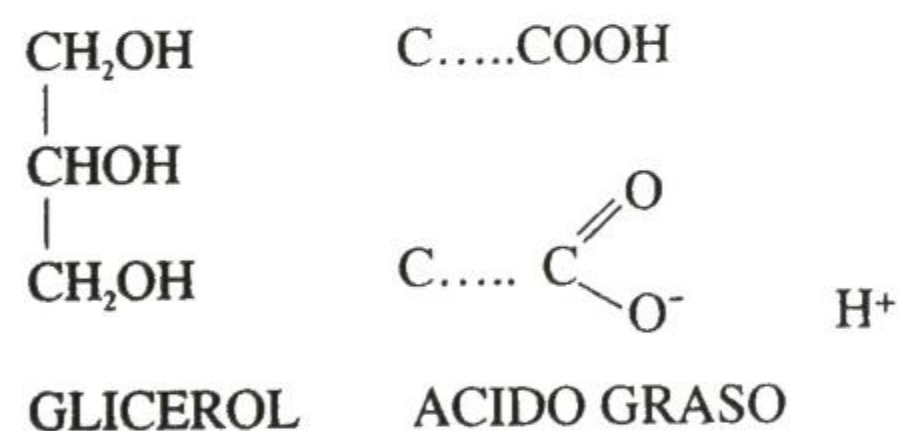


canal, 2) Intermuscular, la grasa que se encuentra entre los músculos, 3) Subcutánea, la que se encuentra debajo de la piel y 4) Intramuscular que se corresponde con la grasa que se acumula dentro del músculo y técnicamente se denomina marmóreo. Es de hacer notar que el marmóreo es una característica básicamente de las razas europeas (Dahl, 1976).

En el matadero industrial se obtiene una grasa clasificada como grasa industrial y cuya composición se reporta como 60% sebo, 13% chicharrón y 27% humedad, indicándose a su vez que el sebo (60%) considerado como 100% está constituido por un 60% estearina y 40% de oleína (Sanz Egaña, 1967) y el tocino sin cuero contiene el 4% proteína, 11% humedad y 85% de grasa.

Desde el punto de vista físico se consideran grasas aquellas que se mantienen sólidas a temperatura ambiente y aceites aquellas que son líquidas a la misma temperatura.

Desde el punto de vista químico las grasas son esterres del glicerol (alcohol) y tres ácidos grasos por lo cual son llamados triglicéridos.



En el cuadro 1 se indican los ácidos grasos más importantes en la grasa de bovino y cerdo:

Cuadro 1. Ácidos grasos en grasa de bovino y cerdo

ÁCIDO GRASO	Nº DE C	Nº DE ENLACES
MIRISTICO	14	0 SATURADO
PALMITITO	16	0 SATURADO
ESTEÁRICO	18	0 SATURADO
PALMITOLEICO	16	1 INSATURADO
OLEICO	18	1 INSATURADO
LINOLEICO	18	2 POLI-INSATURADO
LINOLÉNICO	18	3 POLI-INSATURADO

FUENTE: WEISS (1970)

Igualmente se presenta en el cuadro 2, la participación porcentual de esos ácidos grasos en la grasa de bovino y cerdo indicando los valores de índice de iodo y punto de fusión para ambas grasas.

Cuadro 2. Composición de la grasa de bovino y cerdo

ÁCIDO GRASO	% EN BOVINO	% EN CERDO
MIRISTICO	3,1	1,5
PALMITITO	29,1	27,0
ESTEÁRICO	18,9	13,5
PALMITOLEICO	3,4	3,0
OLEICO	44,0	43,5
LINOLEICO	0,3	10,5
LINOLÉNICO	-	0,5
ÍNDICE DE YODO	45-55	58-68
PUNTO DE FUSIÓN	48 °C	42 °C

FUENTE: WEISS (1970)

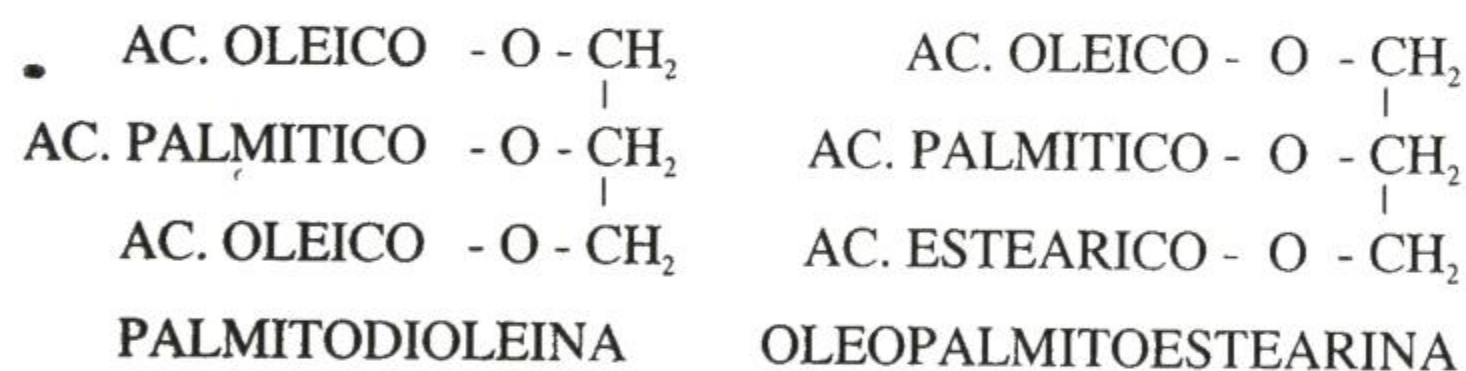


Los ácidos grasos insaturados tienen doble enlace en su cadena y mientras más aumenta la insaturación de los ácidos grasos, más aumenta su estado líquido. Los ácidos grasos poli-insaturados son todos líquidos a temperatura ambiente, mientras que los saturados son siempre sólidos a la misma temperatura (Weiss, 1970).

En la grasa de animales de abasto es raro encontrar ácidos grasos conteniendo 10 o menos átomos de carbono en su cadena. Por otra parte son predominantes los ácidos grasos con  $C_{16}$  y  $C_{18}$  (moléculas con 16 y 18 átomos de carbono respectivamente). Los de  $C_{12}$ ,  $C_{14}$  y  $C_{20}$  están presentes sólo en pequeñas cantidades. De los ácidos grasos saturados el ácido palmítico y el esteárico ( $C_{16}$  y  $C_{18}$  respectivamente) son los ácidos grasos predominante en la grasa de animales de abasto.

Los ácidos grasos insaturados más abundantes en estas mismas grasas son el palmitoléico, el oleico ( $C_{16}$  y  $C_{18}$  con un doble enlace respectivamente), el linoléico ( $C_{18}$ , dos dobles enlaces) y linolenico ( $C_{18}$  tres dobles enlaces).

El ácido oleico es el ácido graso más abundante en las grasas de animales de abasto.



Los triglicéridos que contienen una molécula de ácido graso palmítico y dos moléculas de ácido graso oleico son los más abundantes en la grasa animal (bovino y cerdo) seguido por los triglicéridos conteniendo una molécula de ácido graso oleico, una de palmítico y una de esteárico (Forrest et al., 1975).

En lo expuesto anteriormente se observa lo siguiente:

- Coincide el hecho de que el ácido graso más abundante en la grasa de animales de abasto sea el oleico con la evidencia de que, es el ácido graso predominante (3 moléculas) en los dos triglicéridos más abundantes de esa grasa. Siendo el segundo lugar para el ácido palmítico (2 moléculas) y el tercer lugar para el esteárico (1 molécula) en dichos triglicéridos,

correspondiéndose igualmente con el segundo y tercer lugar de participación porcentual en la grasa de los animales de abasto.

- Coincide la menor participación porcentual de los ácidos mirístico, palmítico y esteárico (saturados) y la mayor participación porcentual del ácido linoleico (poli-insaturados) en la grasa de cerdo en comparación con la grasa de bovino con el hecho de que el índice de iodo sea mayor y el punto de fusión sea menor en la grasa de cerdo con relación al bovino.
- Las diferencias indicadas coinciden con el conocimiento de que la grasa de cerdo a diferencia a la de bovino es menos estable a la oxidación y presenta una parte líquida cuando se almacena a temperatura ambiente.

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA GRASA

La grasa tiene un gran número de propiedades físicas y químicas. Para este caso serán considerados sólo aquellos aspectos de fundamental interés para la industria procesadora de carnes.

#### PROPIEDADES FÍSICAS:

- La grasa es insoluble en agua (solvente polar) y tiene menor gravedad específica que ésta, exhibiendo la capacidad de formar emulsiones cárnicas con el agua agregada y presente en la carne interactuando con las proteínas de la carne para la estabilidad de dichas emulsiones.
- No tiene punto fijo de fusión pues éste depende de los ácidos grasos que integran sus triglicéridos pero en términos generales la grasa de cerdo presenta un punto de fusión más bajo que la de bovino.
- La densidad entre la grasa sólida con relación con la misma grasa en estado líquido presenta una diferencia significativa, pues muestras de grasa de cerdo han evidenciado una expansión de aproximadamente 13% al pasar de sólida a líquida (Price y Schweigert, 1971).

#### PROPIEDADES QUÍMICAS:

- Hidrólisis: las grasas se hidrolizan produciendo glicerol y ácidos grasos libres. Esto es provocado por la lipasa (enzima) la cual es sensible al calor y ésta puede estar presente en la carne o provenir de las bacterias.



## OXIDACION DE LAS GRASAS (Fig. 1)

La reacción de los compuestos insaturados de las grasas con el oxígeno es una de las reacciones más importantes en su química. Esta reacción es la responsable del desarrollo de olores y sabores de la rancidez (Price y Schweigert, 1971).

En la oxidación de los lípidos se pueden distinguir dos etapas, tres grupos de reacciones y cuatro pasos (Figura 1): la etapa I comprende el primero y segundo grupos de reacciones, relacionadas con la oxidación de los lípidos, formación y acumulación de peróxidos, sin evidenciar olor ni sabor rancio y la etapa II comprende el tercer grupo de reacciones y corresponde a la rancidez oxidativa evidente con aparición de olor y sabor rancio como manifestación organoléptica. A continuación se describen los tres grupos de reacciones: a) Las reacciones de iniciación que dan lugar a la formación de radicales libres a partir de ácidos grasos no saturados, b) Las reacciones de propagación, que se caracterizan por una cierta acumulación de peróxidos lipídicos; estas reacciones constituyen la oxidación de los lípidos no saturados por acción del oxígeno gaseoso y necesitan la intervención de radicales libres donde se combinan la generación y consumo de los mismos, c) Las reacciones de paralización, en los cuales los radicales libres se asocian para dar compuestos no radicales; estos radicales libres provienen en gran parte de la descomposición de peróxidos lipídicos, que son sustancias muy inestables y reactivas. Entre los compuestos no radicales que se forman están los aldehídos y cetonas, de bajo peso molecular, que son responsables del "olor rancio", generándose algunos de ellos como producto directo de la descomposición de peróxidos (Cheftel y Cheftel, 1976)

En términos generales las reacciones de iniciación están favorecidas por la temperatura elevada, luz, oxígeno y trazas de ciertos metales incluido el hierro de la mioglobina.

Utilizando el éster oleico se puede ilustrar el proceso de oxidación y desarrollo de rancidez en las grasas, mediante cuatro pasos a saber:

1. El éster (triglicérico) pierde un hidrógeno en uno de sus carbonos ubicados fuera del doble enlace de un ácido graso constituyente de su molécula generando un radical activado, constituyendo este paso las reacciones de "iniciación" del proceso. En tal sentido se requiere un período durante el cual se genera un cierto nivel en la concentración de radicales libres y que recibe el nombre de período de inducción.

2. El radical activado del triglicérido reacciona con el oxígeno del aire, generando un radical hidroperóxido activado.

ESTER OLEICO = RH (TRIGLICERIDO QUE CONTIENE UN ACIDO GRASO INSATURADO)

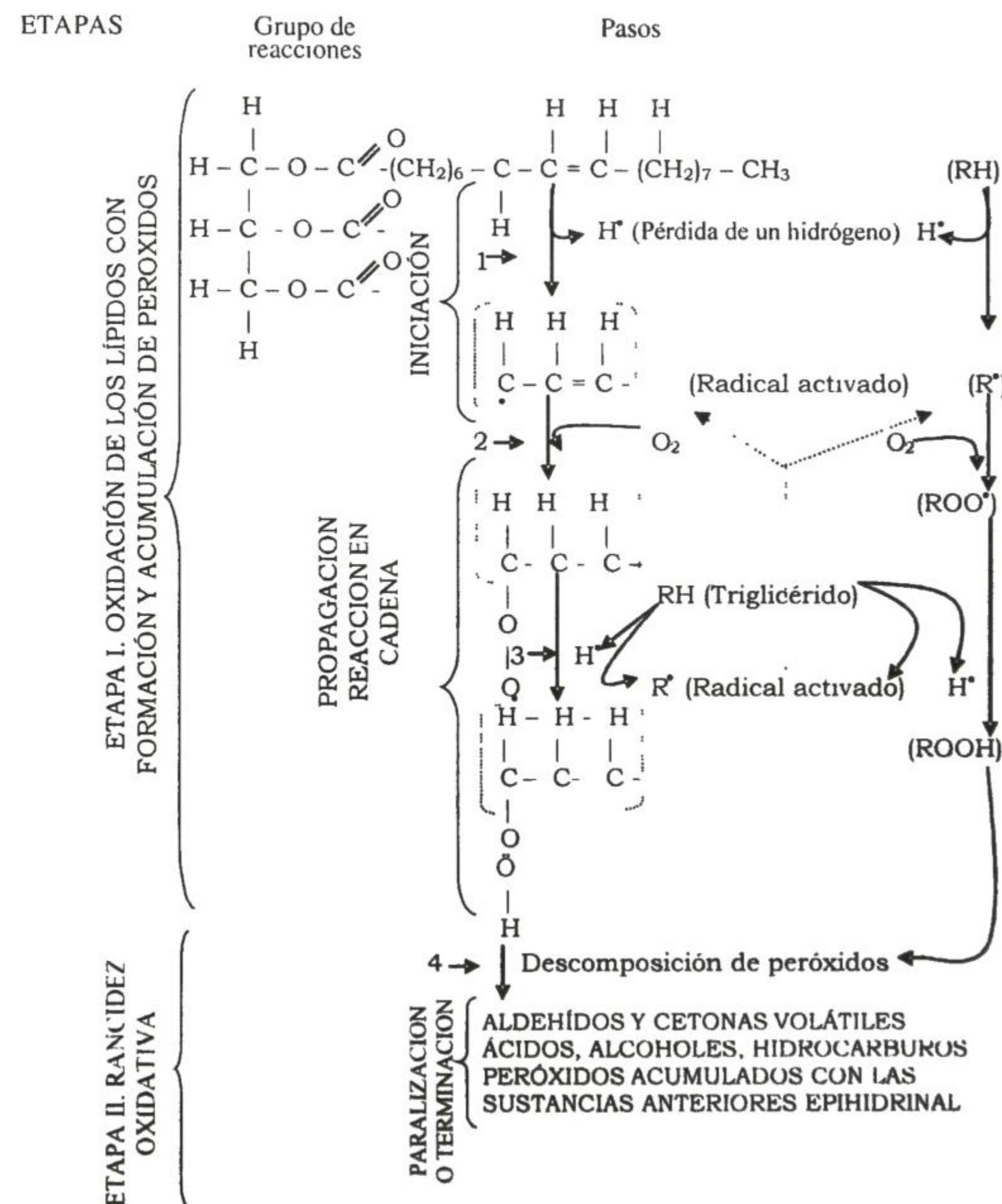


Figura 1 Oxidación de las grasas.  
Fuente: Cheftel y Cheftel (1976)



3. El radical hidropéroxido activado reacciona con otro triglicérido tomando uno de sus hidrógenos de un carbono susceptible de cederlo (ubicado fuera del doble enlace), formando un hidropéroxido y un nuevo radical de triglicérido activado, el cual repite la acción del primero generando una reacción en cadena del proceso de oxidación de los triglicéridos, lo que se conoce junto con el paso anterior (2) como reacciones de "propagación" del proceso de oxidación (auto-oxidación), lo que genera un acelerado incremento de los péroxidos, formados a partir de los triglicéridos de la grasa afectada.
4. Descomposición de los péroxidos, en este paso se produce una descomposición de los péroxidos formados con generación de sustancias como aldehídos y cetonas volátiles responsables del olor "rancio", por lo cual se podría decir que en este paso se produce "la rancidez", pero paralelamente se produce ácidos, alcoholes, hidrocarburos Epihidrinal y puede encontrarse hidropéroxidos acumulados. Se indican estas como reacciones de terminación o "paralización" del proceso de oxidación, puesto que estas sustancias que se acumulan al final son no radicales y por lo tanto se "paraliza" el proceso de oxidación.

Salvo en el comienzo de la oxidación las reacciones descritas anteriormente se desarrollan simultáneamente (Cheftel y Cheftel, 1976).

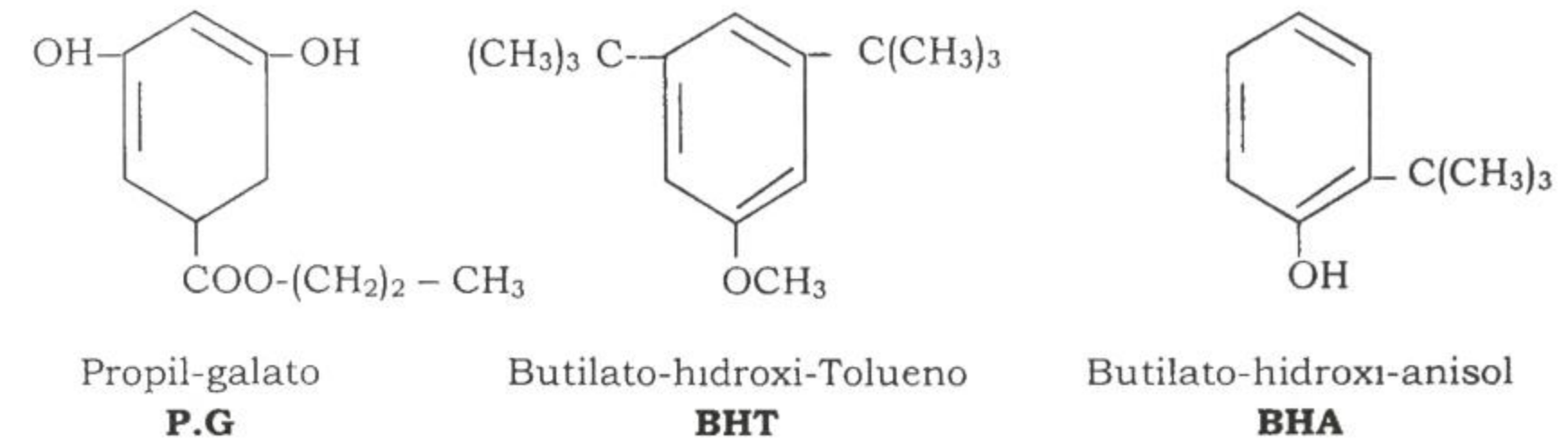
## ANTIOXIDANTES

El uso efectivo de antioxidantes depende del conocimiento básico de:

- La química de la grasa.
- El mecanismo de oxidación.
- La acción del antioxidante en contrarrestar la oxidación.

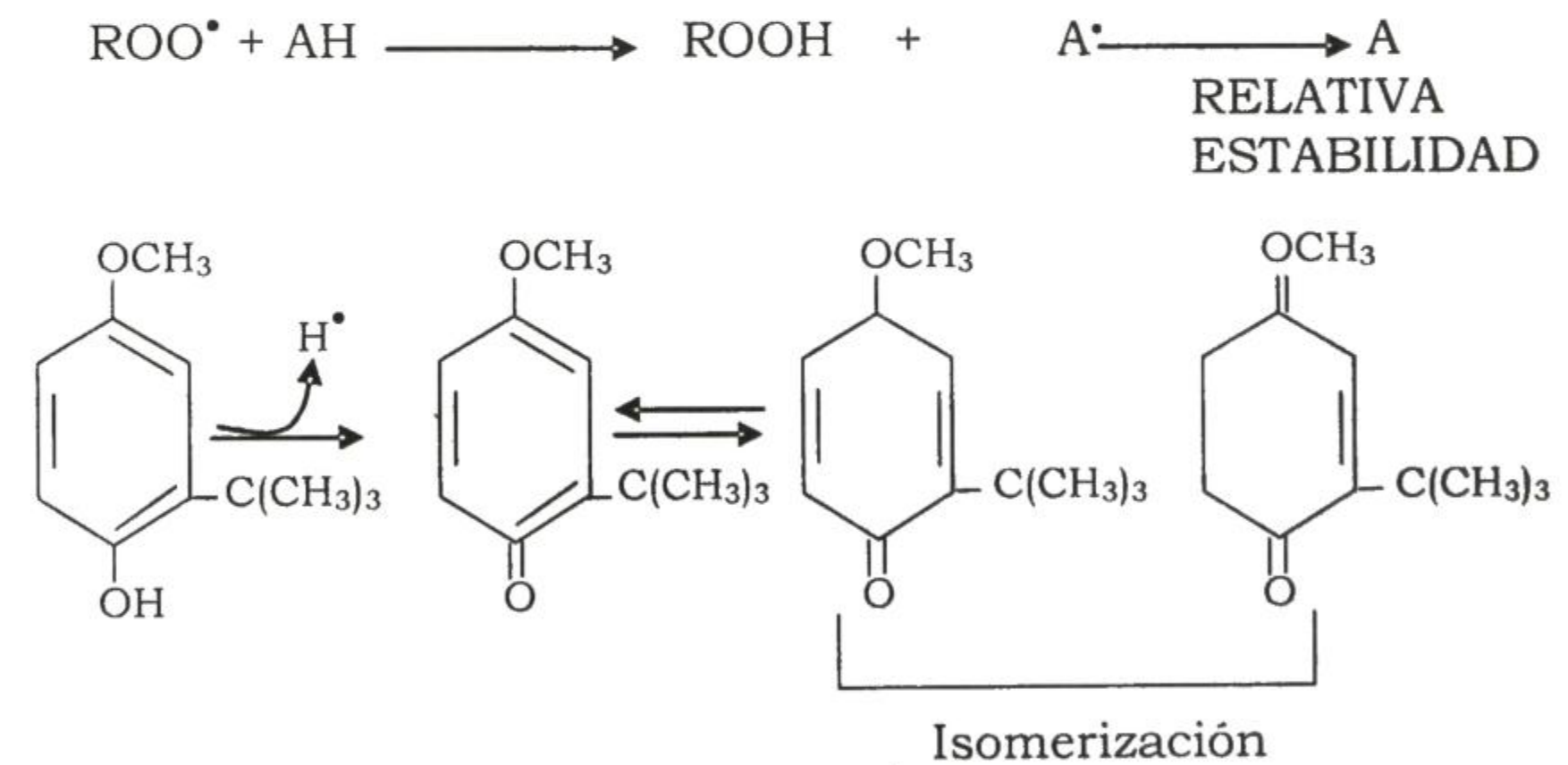
Habiendo tratado los dos primeros puntos, se pasa a considerar lo relacionado con la acción de los antioxidantes:

Unos de los antioxidantes efectivos y a su vez permitidos su uso en alimentos lo constituyen el grupo de los fenólicos. Se trata de sustancias capaces de interrumpir la reacción en cadena, cediendo un hidrógeno ( $H^{\bullet}$ ) a un radical lipídico libre. Entre estos antioxidantes tenemos:



Las siguientes reacciones ilustran su mecanismo de acción como antioxidantes:

El BHA es reactivo frente al radical hidropéroxido activado ( $ROO^{\bullet}$ ) y una vez que cede su hidrógeno queda el radical del antioxidante ( $A^{\bullet}$ ) el cual además de no ser reactivo con otros triglicéridos, entra en un proceso de estabilización por isomerización:



De esta manera los antioxidantes disminuyen el número de radicales libres bajando la velocidad de la reacción y prolongan así el período de inducción.

Es importante indicar que es indispensable añadir el antioxidante a tiempo. Esto es antes o durante el período de inducción, pues una vez que la oxidación se ha desarrollado no hay efecto protector y la conservación sin enranciamiento es nula. Ya es conocido el hecho que no se puede mejorar la



calidad de un producto ya rancio añadiéndole un antioxidante, sin que esto deba interpretarse como que el antioxidante usado es ineficaz.

En términos generales estos antioxidantes no deben utilizarse en más de 0,01% si se trata de un solo antioxidante o más de 0,02% si se trata de la combinación de dos antioxidantes.

Desde el punto de vista de su acción el BHA y BHT, son solubles en los lípidos y resisten bien el calor. Tienen una acción sinérgica. Presentan el inconveniente de evaporarse rápidamente. Esto hace difícil su empleo en alimentos deshidratados; en efecto su adición después de la deshidratación no resuelve siempre el problema, porque puede ser insuficiente su penetración en el alimento (Cheftel y Cheftel, 1976).

Existen otros tipos de antioxidantes cuyo mecanismo de acción es distinto al de los anteriores. Entre estos se destacan los compuestos, que actúan impidiendo o disminuyendo la formación de radicales libres. Los más utilizados son los que complejan metales.

A este nivel es importante indicar que el hierro presente en los pigmentos hemo (Mioglobina, hemoglobina) presentes en la carne, pueden ser prooxidantes favoreciendo formación de radicales libres, especialmente cuando la globina se desnaturaliza por la acción del calor en el caso de carnes cocidas.

En tal sentido se utilizan los fosfatos y aminoácidos para complejar las trazas de metales.

Los polifosfatos que se agregan a las carnes procesadas con la finalidad de favorecer la retención de agua y evitar su pérdida durante el proceso y almacenamiento, cumplen una función antioxidante.

Otro componente utilizado como antioxidante es el ácido ascórbico que como ya se indicó anteriormente es utilizado por su acción reductora.

En la figura 2, se indica que una grasa sin antioxidante tiene un período de inducción menor que la grasa que le ha sido agregada un antioxidante.

En la figura 3 se evidencia que un mismo índice de peróxido puede ser reportado por una grasa que está para dos niveles diferentes dentro del proceso de oxidación. Pues un primer índice puede corresponder a la etapa de pleno desarrollo de peróxidos y el otro (igual) puede corresponder a la etapa de descomposición de peróxidos con manifestaciones evidentes de olor y sabor a rancio.

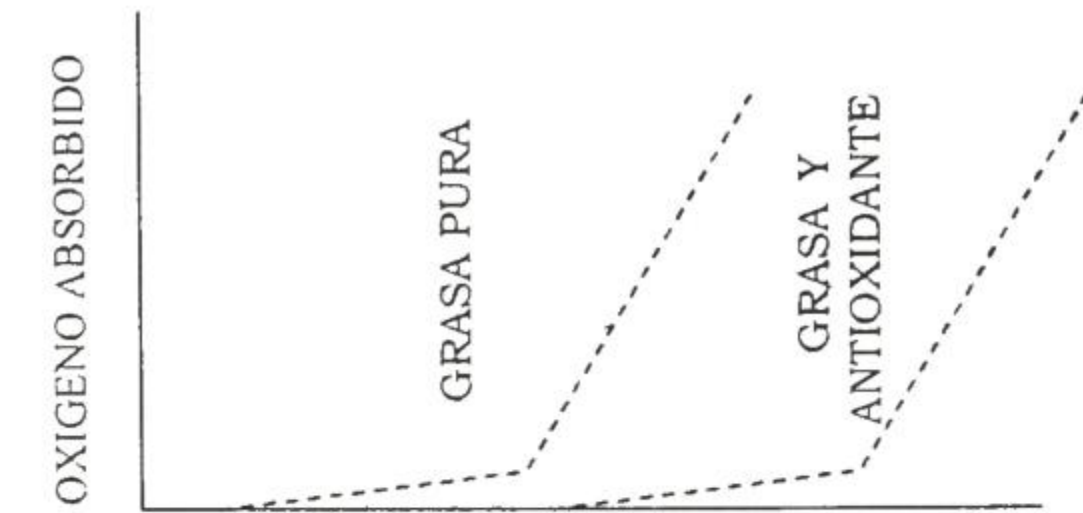


Figura 2. Absorción de oxígeno por una misma grasa bajo dos condiciones diferentes.

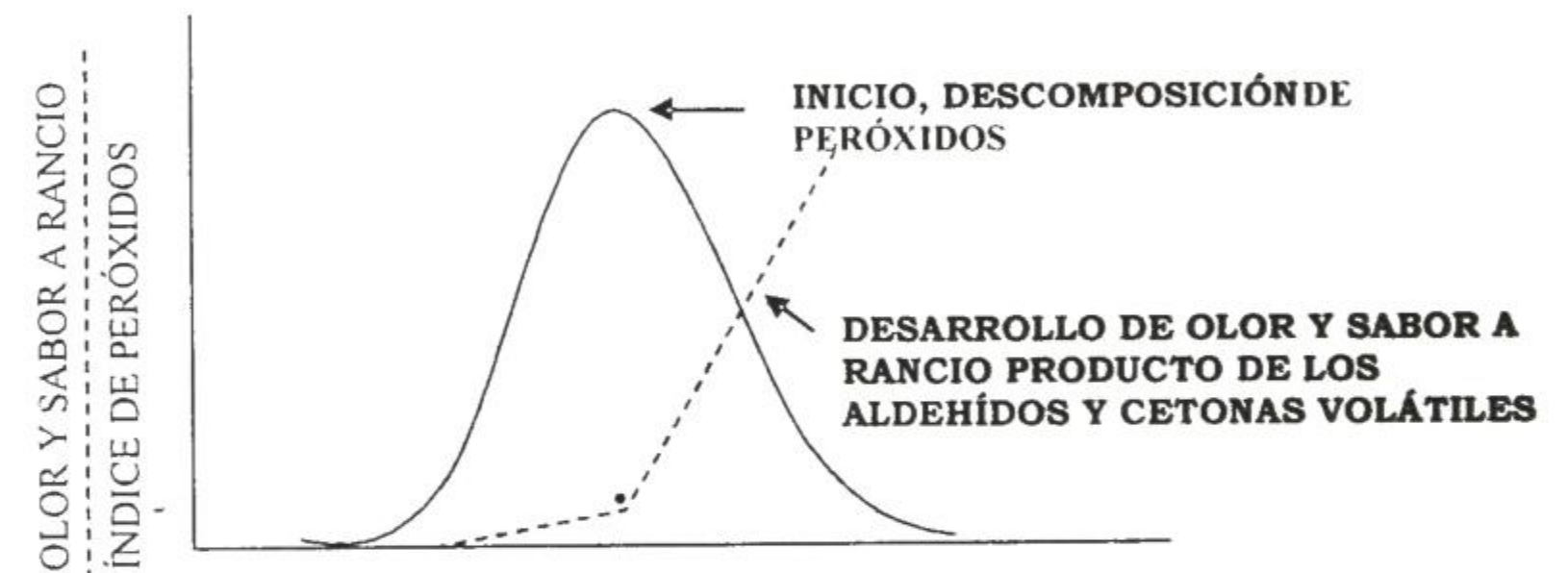


Figura 3. Índice de Peróxidos en diferentes etapas del proceso de oxidación y desarrollo de olor y sabor rancio.

## FACTORES INDICADORES DE LA INSTAURACIÓN DE OXIDACIÓN Y RANCIDEZ EN LAS GRASAS

Las reacciones de iniciación están favorecidas por la temperatura elevada, luz, oxígeno, iones metálicos como el hierro (Fe) de la mioglobina y hemoglobina.

### ÍNDICES IMPORTANTES

#### Índice De Yodo

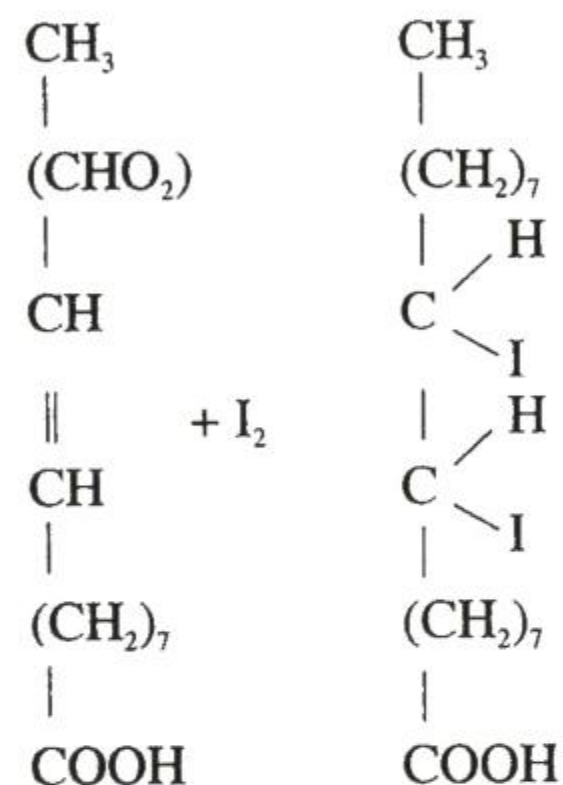
Antes de iniciarse la oxidación de los triglicéridos resulta importante el índice de yodo, el cual permite determinar el grado de instauración de los ácidos grasos que forman la grasa, sin indicar el tipo de ácido graso que



interviene.

El índice de yodo se basa en que los ácidos grasos y los glicéridos fijan yodo (halógenos) para formar compuestos de adición.

En tal sentido el ácido oleico fija dos átomos de yodo, dando origen al ácido diyodo oleico como compuestos de adición.



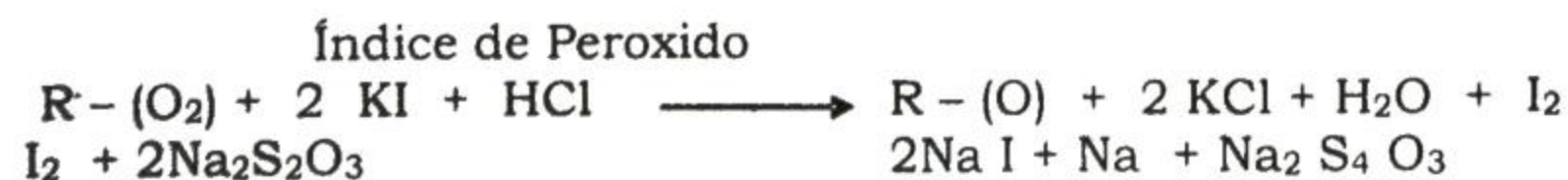
ÁCIDO OLEICO      ÁCIDO DIYODO /OLEICO

Se reporta en términos de centigramos de yodo absorbidos por un gramo de grasa o gramos de yodo absorbidos por 100 gramos de grasa (% de yodo absorbido) (De Rodríguez y Martín, 1980).

### Índice De Peróxidos

Una vez iniciado el proceso de oxidación resulta importante el índice de peróxidos. Éste permite determinar el nivel de peróxidos formados.

Este se basa en que el oxígeno peroxidico en medio ácido oxida al ioduro de potasio (KI), liberando el yodo ( $\text{I}_2$ ) el cual se evalúa con tiosulfato de sodio.



El número de miliequivalentes de yodo liberado del KI por 1000 gramos de grasa se corresponde con el número de miliequivalentes de oxígeno, fijado en forma peroxidica (oxígeno activo) por la misma cantidad de grasa (1000 g) (De Rodríguez y Martín, 1980).

### Prueba Del Ácido Tiobarbiturico (TBA)

Una vez descompuesto los peróxidos resulta importante la reacción del TBA la cual, nos indica el grado de rancidez (descomposición de peróxidos) alcanzados en la grasa en estudio.

Se basa en que el TBA, reacciona con el malonaldehído y otros aldehídos que se forman al final de la oxidación (rancidez) dando un pigmento cuya absorbancia se mide a 532 nm.

Los resultados se reportan en mg de malonaldehído/Kg de grasa.

### Reaccion De Kreiss

Esta reacción es importante al final de la oxidación (rancidez). Se basa en que el compuesto epihidrial producto de la descomposición de peróxidos reacciona con una solución de floraglicinol (1%) en éter etílico, dando un compuesto de composición no conocida de color rojo.

Rancidez incipiente = positiva en dilución 1 + 9 pero negativa en dilución 1 + 19.

Marcada rancidez = reacción positiva en dilución 1 + 19 (De Rodríguez y Martín, 1980).

### ANTIOXIDANTES

1.- Antioxidantes que funcionan antes del paso 1:

Fosfatos quelantes de iones de hierro ( $\text{Fe}^{++}$ )

Nitritos. Se sugiere que por el mismo mecanismo de los fosfatos.

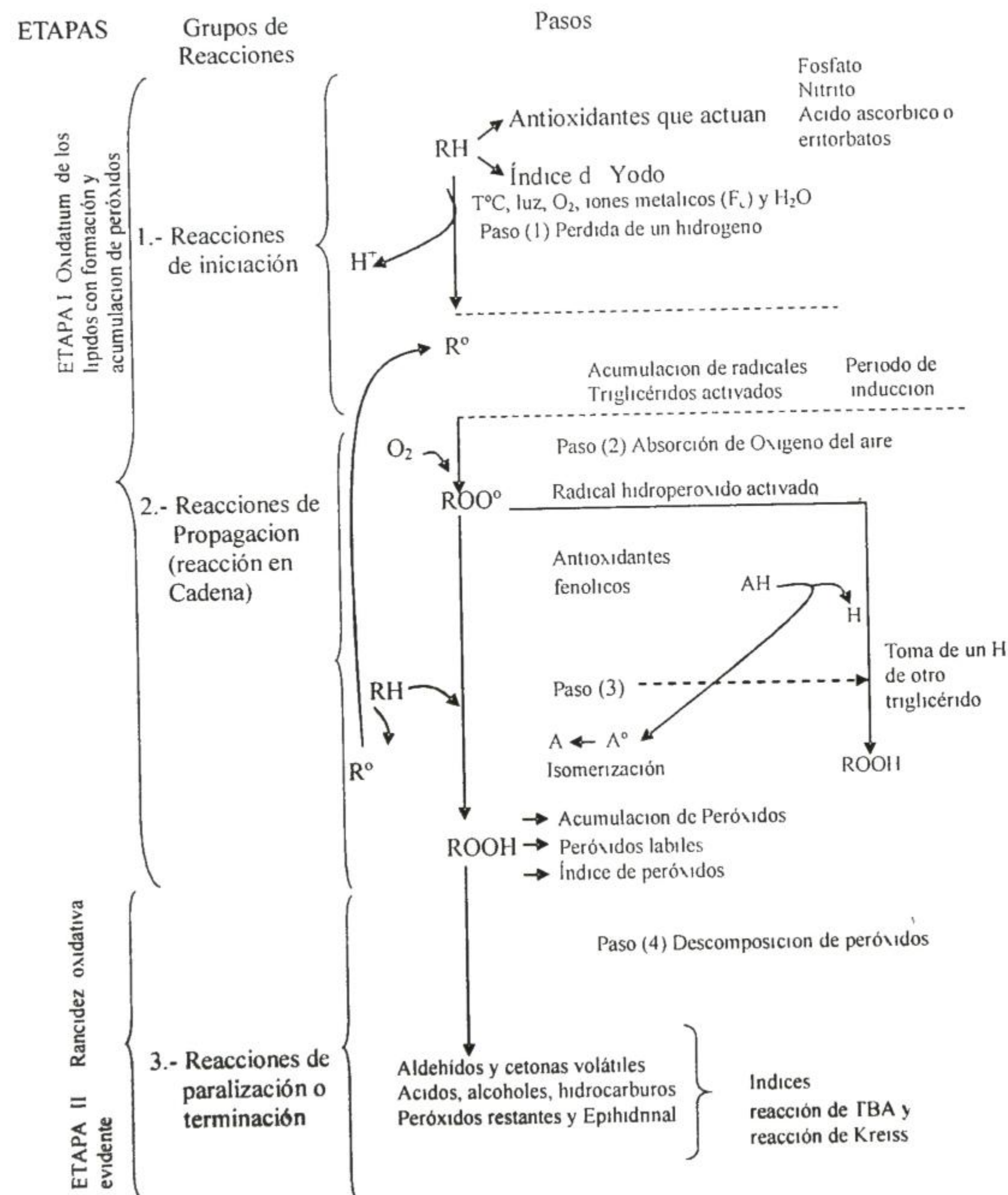
Ácido ascórbico o eritorbato de sodio agentes reductores-

2.- Antioxidantes que actúan cuando se forman los radicales hidroperoxidos activados.

BAH, BHT y PG ceden hidrógeno y se estabilizan por isomerización por tanto paralizan la reacción en cadena prolongando el período de inducción.



## RESUMEN GENERAL DEL PROCESO DE OXIDACIÓN DE LAS GRASAS



### CARNE

La carne constituye el ingrediente más importante de hecho es el que aporta el nombre a la "Industria Procesadora de Carne". Su importancia no es

sólo desde el punto de vista de cantidad sino también nutricional, funcional y tecnológico en función de su transformación en productos elaborados para el consumo humano.

Intencionalmente se ha dejado para ser tratada de último pues será tratada desde su origen, pasando por músculo hasta convertirse en carne como ingrediente:

### MUSCULO

Al hablar de músculo es importante señalar que existe una clasificación morfológica y otra fisiológica del tejido muscular.

#### CLASIFICACIÓN MORFOLÓGICA

Tejido muscular liso

Tejido muscular estriado

#### CLASIFICACIÓN FISIOLÓGICA

.- Involuntario:

Corresponde al tejido muscular liso.

.- Voluntario:

Corresponde al tejido muscular estriado con excepción del músculo cardíaco.

A los efectos del presente libro interesa, especialmente, sólo la musculatura estriada voluntaria que se corresponde con la musculatura más abundante y constituye la carne de la canal de los animales de abasto.

Considerando el origen embrionario la musculatura estriada proviene del mesodermo, capa embrionaria, de donde también provienen los vasos sanguíneos, cartílagos y huesos, es decir los principales componentes de la canal.

#### ESTRUCTURA MUSCULAR

Como se expresa en la figura 4 y tomando como ejemplo un músculo estriado cilíndrico, se puede observar:

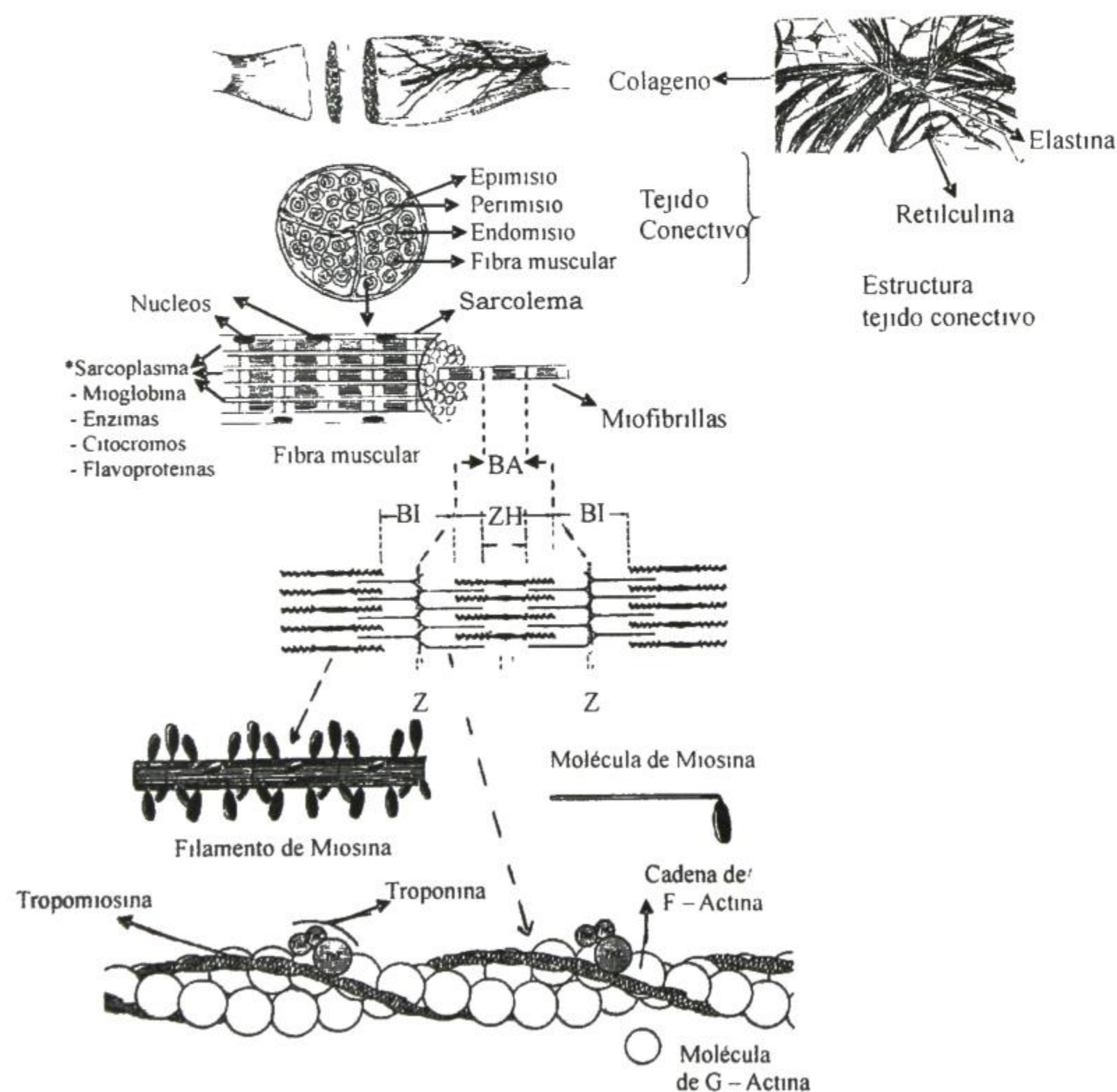
.- Un músculo estriado semicilíndrico exhibiendo sus tendones en los extremos

.- Al hacer un corte transversal en la parte media del músculo se observa lo siguiente: una membrana que cubre toda la estructura que se denomina



epimisio, el cual se proyecta hacia adentro del músculo agrupando las fibras musculares (células) en haces de fibras musculares y estas proyecciones del epimisio se denomina perimisio. Finalmente observamos que desde el perimisio parten unas proyecciones que van a cubrir cada una de las fibras musculares (células) y que se denominan endomisio, el epimisio, perimisio y endomisio forman el estroma o tejido conectivo del músculo.

Estas tres estructuras se prolongan hacia los extremos del mismo formando la parte esquelética del músculo integrándose a los tendones permitiendo la transmisión de la contracción muscular a los huesos del esqueleto del animal donde los tendones están sujetos.



**Figura 4. Estructura Muscular (Músculo Estriado)**  
Fuente: Cohen (1975); Forrest et al. (1975)

Igualmente se observan las fibras musculares o células musculares. Considerando a continuación una fibra muscular en particular y en sentido longitudinal, se observan las siguientes estructuras:

- Varios núcleos periféricos, la fibra muscular es una célula polinucleada.
- Una membrana celular denominada sarcolema.
- El líquido citoplasmático que cubre todas las estructuras internas de la célula denominado sarcoplasma, donde se encuentran las proteínas sarcoplasmáticas (Mioglobina, enzimas, citocromos flavoproteínas).
- También se observan unas estructuras longitudinales, a lo largo de toda la fibra muscular las cuales se conocen con el nombre de miofibrillas y son las que transmiten el carácter estriado a la musculatura estriada.

Al considerar una de las miofibrillas en forma longitudinal se observan integradas por una secuencia de unidades más pequeñas denominadas sarcomeros, consideradas las unidades fisiológicas de la contracción muscular.

Al considerar en forma particular un sarcomero, se pueden observar las siguientes estructuras: El sárcomero está delimitado por dos líneas Z y entre ambas líneas Z se pueden observar las siguientes estructuras: Media (1/2) banda I, una (1) banda A y otra media (1/2) banda I. También dentro de la banda A se observa una zona H y una línea M.

Dentro del sarcomero se destacan los miofilamentos constituidos por filamentos gruesos o de miosina y filamentos delgados o filamentos de actina, estos últimos unidos a las líneas Z.

La banda A se corresponde con el espacio longitudinal de los filamentos gruesos (miosina) y comprende parte de los filamentos delgados (dependiendo del nivel de contracción del sarcomero) y contiene la zona H en su parte media y limitada por los filamentos delgados (actina) de cada media (1/2) banda I de cada lado y su ancho depende del nivel de contracción del sarcomero. La banda I la forman solamente filamentos delgados de dos sarcomeros y su ancho depende igualmente del estado de contracción de los sarcomeros que la constituyen. Como en la contracción de los sarcomeros la longitud de los miofilamentos no se modifica sino que ésta ocurre a expensas de los deslizamientos de los filamentos de actina sobre los de miosina, se puede indicar que durante la contracción de los sarcomeros la banda A permanece igual en su ancho, la banda I disminuye y la zona H también se reduce y durante la distensión (extensión) la banda A permanece igual y se amplían la banda I y



la zona H.

Cada una de las estructuras señaladas tienen componentes proteicos fundamentales que determinan las tres fracciones proteicas del músculo y por ende de la carne, como son proteínas: miofibrilares, sarcoplasmática y estromáticas.

En tal sentido a continuación se consideran las proteínas que se encuentran en cada una de las estructuras señaladas.

Como se puede observar los filamentos delgados están constituidos por moléculas de G-actina que forman cadenas de f-actina, también se observan unas bandas espirales contorneando las f-actinas constituido por tropomiosina y unos grupos de troponina.

Los filamentos gruesos están constituidos fundamentalmente por moléculas de miosina.

Estas proteínas de los miofilamentos reciben el nombre de proteínas miofibrilares.

También en el sarcoplasma se encuentra una fracción proteica que corresponde a proteínas sarcoplasmáticas, entre las cuales está la mioglobina que tiene una fracción proteica, enzimas, citocromos, flavoproteínas.

Finalmente el tejido conectivo está constituido por tres proteínas que son el colágeno elastina y reticulina que constituyen la fracción de proteínas estromáticas.

En resumen se tienen tres fracciones proteicas formando las estructuras del músculo y son:

- Proteínas miofibrilares: miosina, actina tropomiosina y troponina.
- Proteínas sarcoplasmáticas disueltas: mioglobina, enzimas citocromos flavoproteínas.
- Proteínas estromáticas: colágeno elastina y reticulina.

### Contracción Muscular

Para entender el mecanismo de contracción muscular es importante considerar algunas estructuras y conceptos involucrados en el proceso:

- Nervios motores, se denominan así a las fibras nerviosas que transmiten el estímulo contráctil a los músculos esqueléticos (estriados).

- Unión neuromuscular (sinapsis) o placa motora (fig.5)

Es la unión donde hacen contacto la fibra nerviosa y la fibra muscular.

El sitio donde la terminación nerviosa hace contacto, se denomina placa motora, la cual se invagina dentro de la fibra muscular y se ramifica en ramas nerviosas terminales (terminaciones nerviosas) que penetran la cavidad sináptica. Los pliegues de la cavidad sináptica incrementan el área de superficie sináptica de la membrana para estimulación. El espacio sináptico, entre la terminación nerviosa y la membrana (sarcolema) está lleno de una sustancia gelatinosa, a través de la cual se difunde el fluido extracelular. En la terminación nerviosa existen muchas mitocondrias que supuestamente sintetizan la acetilcolina o que al menos suplen la energía para su síntesis. La acetilcolina es almacenada en las terminaciones nerviosas en un gran número de pequeñas vesículas. Alrededor del anillo que bordea la cavidad sináptica hay grandes agregados de colinesterasa (enzima) que hidroliza la acetilcolina.

Al llegar el impulso nervioso la terminación nerviosa libera acetilcolina contenida en las vesículas al espacio sináptico la cual se mueve por el fluido extracelular hacia la membrana (sarcolema) sobre la cual actúa.

Para prevenir la transmisión de una continua sucesión de impulsos, la acetilcolina debe ser inactivada. Esto lo realiza la colinesterasa, la cual hidroliza la acetilcolina: (Guyton, 1971).

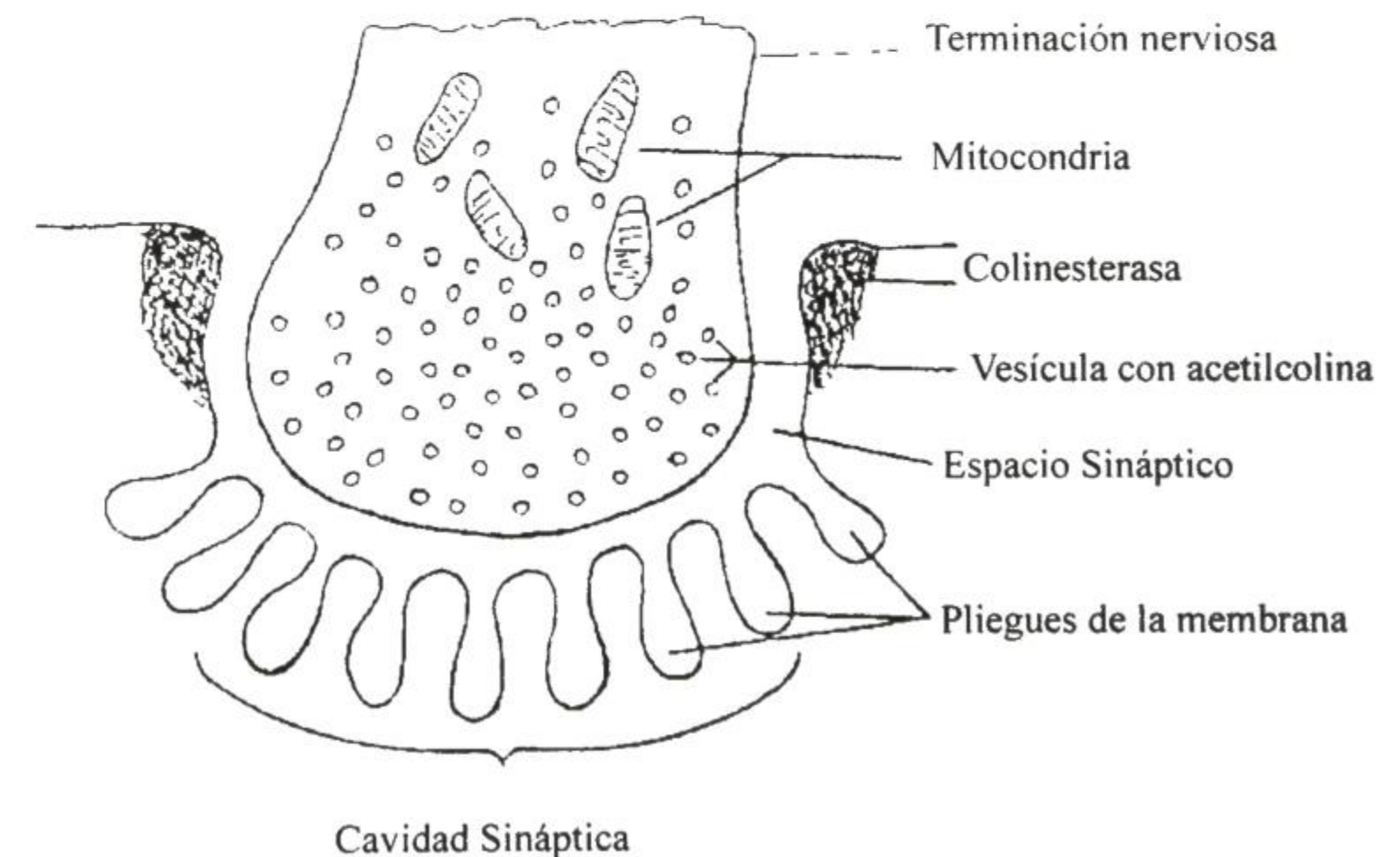
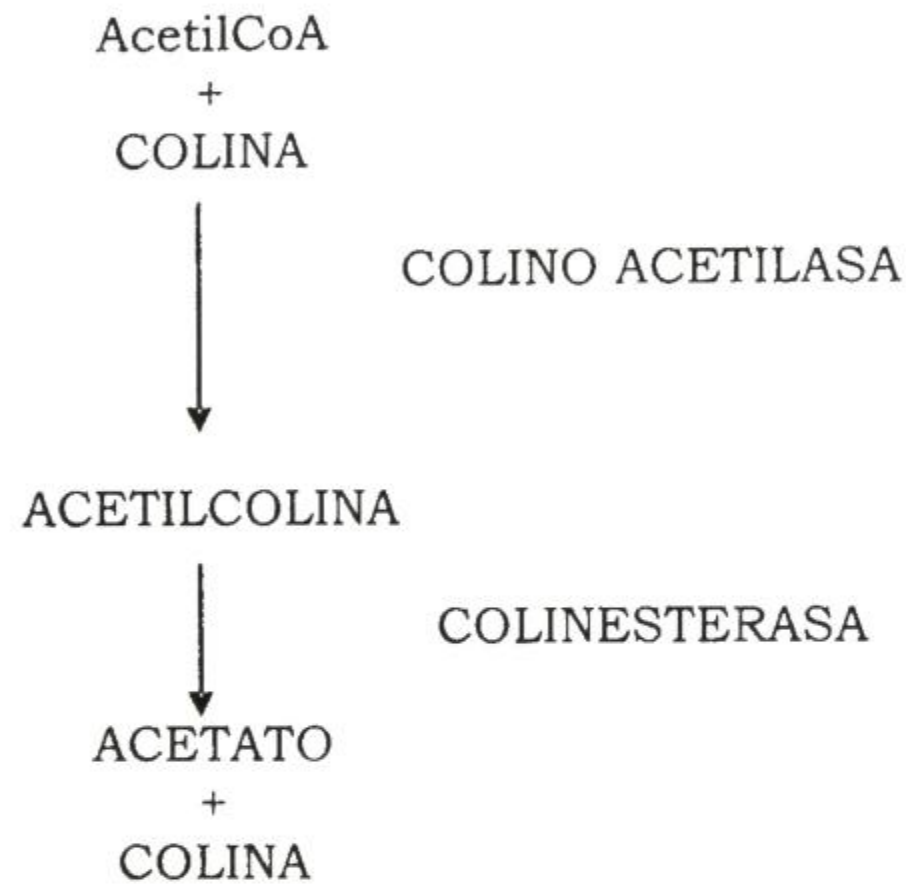


Figura 5. Unión Neuromuscular (Neuro Fibra Muscular)  
Fuente: Guyton (1971)



## ACETILCOLINA

La acetilcolina se sintetiza en la terminación nerviosa (final presináptico) mediante la transferencia de un grupo de acetilo desde la acetil CoA, hasta la colina, esta reacción es catalizada por la colinoacetilasa. Después de cumplida su función la acetilcolina es hidrolizada hasta acetato y colina por la acetilcolinesterasa (Stryer, 1976).



### Bloqueadores de la acetilcolina

Es importante señalar que a este nivel actúa el curare compitiendo con la acetilcolina no permitiendo su acción y causando flacidez muscular, algunas veces usado por cazadores en flechas envenenadas pues este no se absorbe a nivel intestinal.

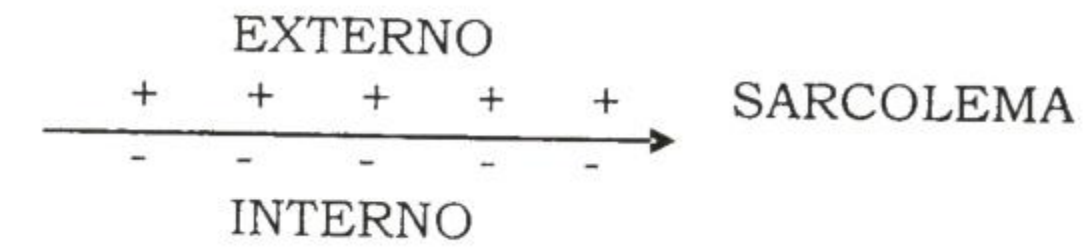
También actúa a este nivel la toxina tetánica que causa, al competir con la acetilcolina una contracción tetánica por despolarización constante pues la colinesterasa no actúa sobre este componente.

Forrest et al. (1975) reportan que tanto la toxina botulínica como el "curare" previenen la transmisión de los impulsos desde los nervios a los músculos impidiendo la acción de la acetilcolina.

### POTENCIAL DE REPOSO

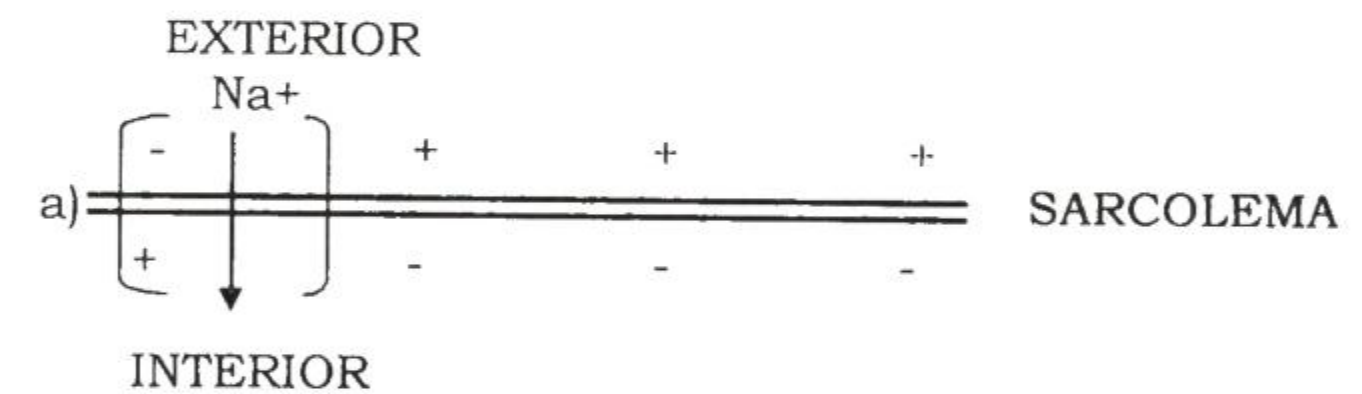
Expresa la polarización de la membrana celular (sarcolema) conservando sus cargas positivas en la parte externa y negativas hacia su interior

conservando siempre un estado de tono muscular lo cual es opuesto a un estado de flacidez sin capacidad de respuesta.

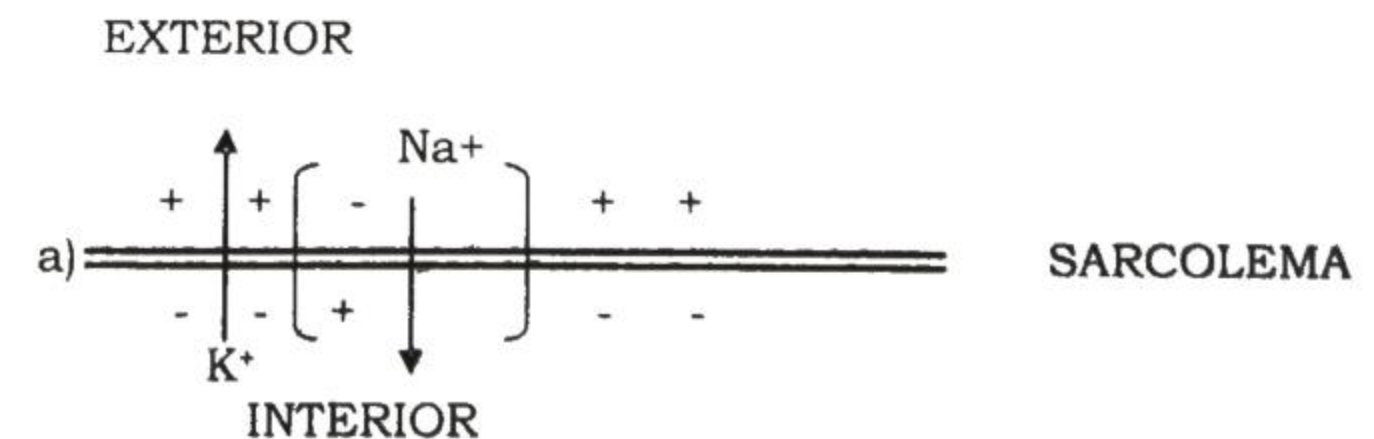


### POTENCIAL DE ACCION

a.- Se puede definir como una despolarización progresiva de la membrana celular que se traduce en una evidente inversión en la polaridad del sarcolema y se produce debido a que la acetilcolina produce una permeabilidad de la membrana celular (sarcolema) al ion sodio ( $\text{Na}^+$ ) hacia el interior de la membrana causando una rápida despolarización de la misma la cual es de naturaleza progresiva.



b.- Luego el potasio pasa rápidamente desde el interior al exterior del sarcolema por una diferencia de concentración, causando una disminución de las cargas positivas en el interior de la célula. Esto determina que los iones con carga opuesta se alinean en la membrana, los de carga positiva se ubican en la superficie externa y atraen los iones negativos a la superficie interna del sarcolema con lo que se establece un potencial de membrana o repolarización.





### BOMBA SODIO-POTASIO.

Es un mecanismo activo (Con gasto de energía proveniente del ATP) mediante el cual ocurre un transporte activo en contra de sus gradientes de concentración de los iones de sodio ( $\text{Na}^+$ ) desde el interior del sarcolema hacia el exterior y de iones potasio ( $\text{K}^+$ ) desde el exterior de ésta hacia su interior volviendo a los niveles de concentración en que estos iones ( $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$ ) se encontraban en el estado inicial (potencial de reposo del sarcolema).

### TÚBULOS T-RETÍCULO SARCOPLÁSMICO- TRIADAS.

Los tubulos transversales T están asociados al sarcolema y el retículo sarcoplasmático constituido por tubulos longitudinales de las cisternas terminales son de naturaleza intracelular y reservorios de calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ). Un tubulo T y dos tubulos longitudinales de las cisternas terminales constituyen la "Triada" del retículo.

### SISTEMA CONTRÁCTIL

La contracción muscular se puede considerar tanto desde el punto de vista fisiológico como estructural.

Desde el punto de vista fisiológico como ya se indicó la contracción se inicia con la llegada del estímulo nervioso a la placa motora por medio de la terminación nerviosa, lo cual trae la liberación de acetilcolina que induce la permeabilidad al ion sodio ( $\text{Na}^+$ ) por parte del sarcolema generando así el potencial de acción sobre la membrana celular.

El estímulo (potencial de acción) se transmite a través de los tubulos T hasta las triadas del retículo sarcoplásmico liberando iones calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) al sistema (Price y Schweigert, 1971 y Forrest et al., 1975).

La concentración de iones  $\text{Ca}^{++}$ , a nivel de la miofibrilla pasa de  $10^{-8}$  M a  $10^{-5}$  M. La troponina C fija este calcio, lo que se traduce en una modificación de su conformación; esta modificación se transmite a las otras troponinas y la tropomiosina. Al desplazarse la tropomiosina, se liberan los sitios de fijación de la miosina presente sobre la actina en presencia de  $\text{Mg}^{++}$  ATP y  $\text{Ca}^{++}$  resultante de la llegada del impulso nervioso, aparece la actividad ATPasica de la miosina y la hidrólisis del ATP produce la energía necesaria para la contracción. A continuación, el retículo sarcoplasmático recoge el calcio y la contracción llega al final siempre que exista ATP y  $\text{Mg}^{++}$  en el medio. En esas condiciones la miosina no manifiesta ninguna actividad ATPasica y los sitios

de fijación sobre la actina, están cubiertos por tropomiosina. No hay entonces ningún impedimento a los desplazamientos de los filamentos delgados (actina) y de los filamentos gruesos (miosina) bajo el efecto de una fuerza externa y el músculo están en relajación (Cheftel et al., 1989 y Briskey et al., 1966).

La explicación de que el músculo no permanezca constantemente en estado de contracción la da Marsh (1952a), citado por Price y Schweigert (1971), cuando señala que existía un factor de relajación en el líquido sobrenadante obtenido al centrifugar a baja velocidad homogeneizados de fibrillas, musculares. Marsh demostró que el factor relajación inhibía totalmente la actividad de la ATPasa y la contracción cuando se añadía a las fibrillas en presencia de ATP y iones Mg. Marsh (1952b) citado por Price y Schweigert (1971), demostró seguidamente que la adición de trazas ( $1 \times 10^{-4}$  M) de iones  $\text{Ca}^{++}$  invertía el proceso, lo que indica que el factor de relajación actúa eliminando iones  $\text{Ca}^{++}$  del sistema. Más tarde se comprobó que el factor procedía de la degradación de los tubulos y de las triadas del retículo sarcoplasmático, estructura que elimina los iones  $\text{Ca}^{++}$  del sistema actuando como una bomba de calcio (Purtzehl, 1957; Ebash, 1961; Hasselbach y Makinose, 1962 citados por Price y Schweigert, 1971).

La prueba definitiva fue aportada por Weber y Herz (1962) citados por Price y Schweigert (1971), quienes demostraron, empleando quelantes del  $\text{Ca}^{++}$ , que para la degradación del ATP y la contracción del músculo se necesitaban trazas de calcio.

La contracción muscular desde el punto de vista estructural, es un desplazamiento de los filamentos delgados entre los filamentos gruesos, sin reducir longitud de éstos. La fuerza que permite este desplazamiento procede del enganche de las cabezas de miosina que origina una tracción de unos 10 nm. Las cabezas, una vez sueltas, toman su estructura inicial y se enganchan a un nuevo sitio del filamento de actina "tirando" de nuevo algunos nm y así sucesivamente. Una "cabeza" de miosina realiza de 50 a 100 tracciones por segundo y las cabezas de miosina actúan de forma sincrónica lo que da a la contracción una velocidad uniforme (Cheftel et al., 1989).

### RESUMEN DEL PROCESO DE CONTRACCION Y RELAJACION MUSCULAR

Con base en la figura 6 se puede resumir el proceso de contracción-relajación muscular de la manera siguiente: ante la llegada del estímulo



nervioso a la placa motora (unión neuromuscular) se produce una liberación de acetilcolina que induce la permeabilidad al sodio en la membrana (sarcolema) lo cual trae una inversión de la polaridad que se traduce en una despolarización progresiva (potencial de acción). Inmediatamente interviene el potasio repolarizando la membrana.

El potencial de acción se transmite a través de tubulos T hasta las triadas del retículo sarcoplasmico provocando la liberación de  $\text{Ca}^{++}$  al sistema. El calcio actúa a tres niveles:

1) Activa la troponina y tropomiosina disponiéndola a interactuar con la cabeza de miosina. 2) Permite la disociación del complejo  $\text{Mg}^{++}$  - ATP en  $\text{Mg}^{++}$  y ATP. 3) Activa la ATPasa ubicadas en las cabezas de miosina, la cual provoca la hidrólisis de ATP en  $\text{ADP} + \text{P} + \text{E}$  (9Kcal), esta energía es utilizada en el proceso de contracción.

Mediante una interacción sucesiva de las cabezas de miosina con diferentes sitios de enganche sobre el filamento de actina permitidos por la troponina y tropomiosina, se inicia un deslizamiento de los filamentos de miosina sobre los de actina. Esto porque el enganche de las cabezas de miosina va seguido de una tracción y un desenganche para engancharse en otro sitio del filamento de actina. Como esto ocurre en forma sincrónica entre todas las cabezas de miosina se traduce en un deslizamiento a velocidad uniforme. Como el proceso de deslizamiento entre los filamentos (miosina actina) es simultáneo en los sarcomeros, el efecto de contracción se evidencia en la fibra muscular y el conjunto de fibras (células) lo transmiten al músculo en general.

La energía requerida para el proceso de contracción es aportada por el ATP hidrolizado.

Una vez completado el proceso de contracción entra en juego un proceso inverso. Para esto interviene la bomba de calcio (factor Marsh de relajación) que determina el regreso del  $\text{Ca}^{++}$  a las triadas del retículo sarcoplasmico afectando esto igualmente tres niveles:

1).- Se desactivan la troponina y tropomiosina 2) fluye nuevo ATP que en presencia de iones  $\text{Mg}^{++}$  forma nuevo ATP-Mg a nivel de las cabezas de miosina 3) Se desactiva la ATPasa de las cabezas de miosina ante esta situación el ATP-Mg actúa como un lubricante que permite el deslizamiento inverso a la contracción de los filamentos de miosina sobre los filamentos de actina y se traduce en una relajación muscular.

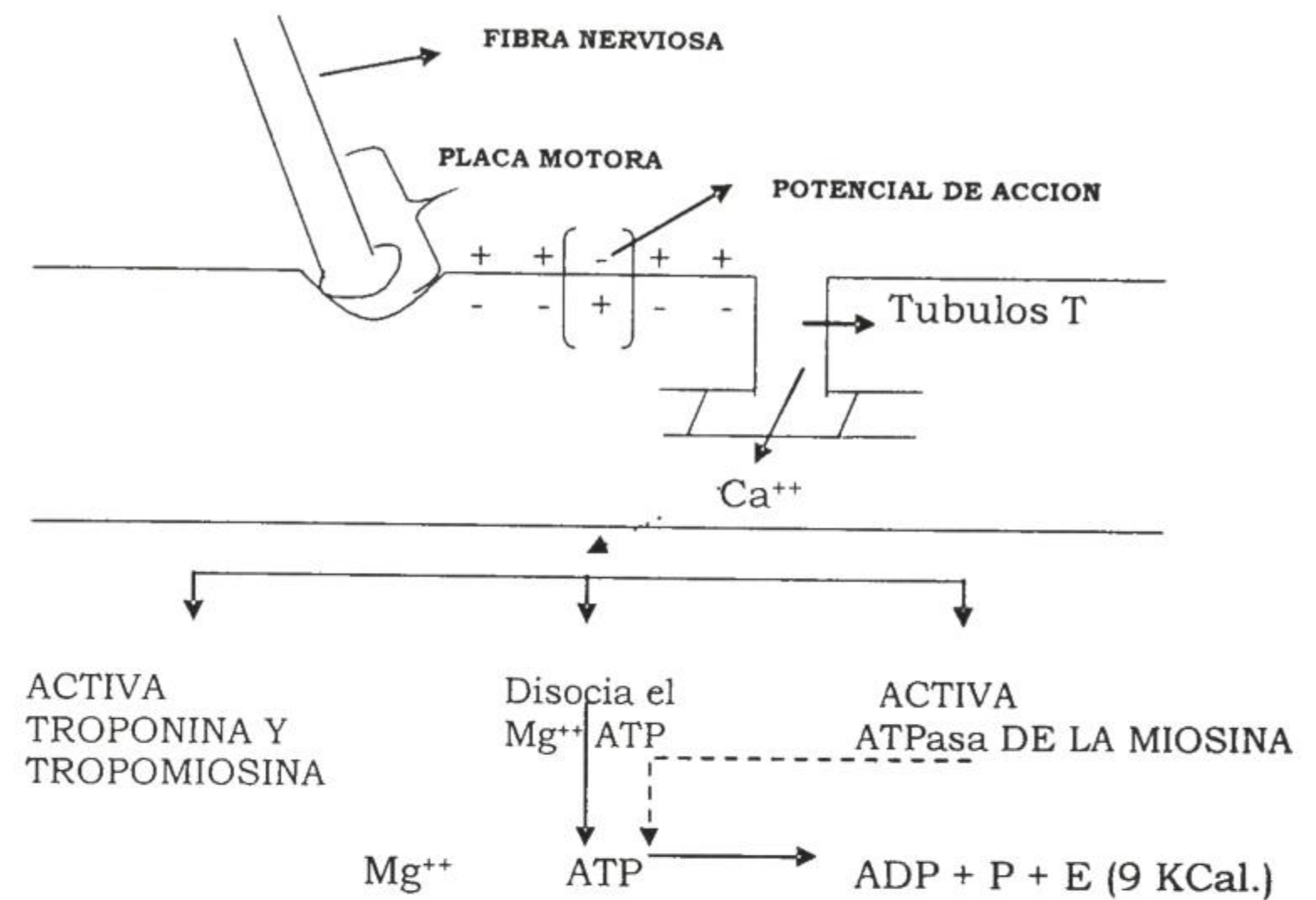


Figura 6. Diagrama resumen sobre la contracción muscular.

### CONVERSIÓN DE MÚSCULO EN CARNE

La conversión de músculo a carne implica un proceso complejo de cambios físicos y bioquímicos del músculo, pero que en buena medida depende de las condiciones de reposo o descanso en que el animal se encuentra al momento del sacrificio, pues esto repercute sobre las reservas del glucógeno que tendrá el músculo para ese momento, pero también puede influir sobre el nivel del ácido láctico que el animal tenga en el músculo a nivel del sacrificio.

Estas condiciones afectan directamente los cambios bioquímicos postmortem del músculo en su conversión hacia carne.

En el presente libro se tomará como referencia el comportamiento de un músculo de un animal en condiciones adecuadas de reposo (sin fatiga, ni estrés) para considerar los cambios que sufrirá en su conversión hacia carne.

### EFFECTOS DE LA SANGRÍA DEL ANIMAL

La sangre es el vehículo de nutrientes y oxígeno para el músculo y de productos de desecho de éstos destinados a su eliminación por excreción o ser transportado a otros órganos, para su metabolización. Ante la sangría se corta



este vehículo en ambas direcciones.

La sangre posee la hemoglobina (pigmento) que transporta oxígeno del pulmón a los músculos (y a todos los tejidos) del animal y anhídrido carbónico ( $\text{CO}_2$ ) de los músculo a los pulmones. Pero también la sangre conduce glucosa absorbida en el intestino o proveniente del hígado u otros depósitos, hacia los músculos. Igualmente conduce ácido láctico producido en condiciones temporales de anaerobiosis del músculo al hígado donde es sintetizado en glucosa y glucógeno.

El oxígeno que la hemoglobina conduce hasta el músculo es almacenado por la mioglobina (pigmento muscular) por tener, esta más atracción por el mismo que la hemoglobina.

El oxígeno almacenado en la mioglobina sólo es suficiente para garantizar las reacciones oxidativas por muy poco tiempo.

De lo anterior se desprende que al cesar el aporte de sangre, se establece el siguiente cuadro en el músculo:

No más aporte de glucosa con establecimiento, de una glucólisis anaeróbica con producción y acumulación de ácido láctico. A partir de este cuadro generado en el músculo se entra a considerar la conversión de músculo en carne en tres etapas: Pre-rigor, rigor mortis y, post-rigor (fig. 7)

### PRE-RIGOR

Al momento de la muerte del animal el músculo tiene las siguientes características generales: altos niveles de glucógeno (1% o más), un valor de pH 7,0 altos niveles de ATP, alto valor de extensibilidad muscular y buena capacidad de retención de agua (C.R.A.).

Pero al instaurarse la glucólisis anaeróbica comienza un descenso de glucógeno muscular con producción de ácido láctico lo cual trae un marcado descenso del pH. También ocurre un marcado descenso de la CP. El ATP al principio se mantiene en niveles altos, pues por una parte la glucólisis anaerobia aporta ATP y por otra parte la CP (en descenso) más el ADP restituye ATP y ambas fuentes permiten mantener altos los niveles de ATP.

Pero frente al progresivo agotamiento del glucógeno y CP, comienza un marcado descenso del ATP, pues el músculo continúa su gasto energético y esta es su última fuente.

Comienza a disminuir la extensibilidad del músculo ante la disminución del ATP, y se evidencia también una disminución de la capacidad de retención

de agua producto del incremento progresivo del complejo acto miosina.

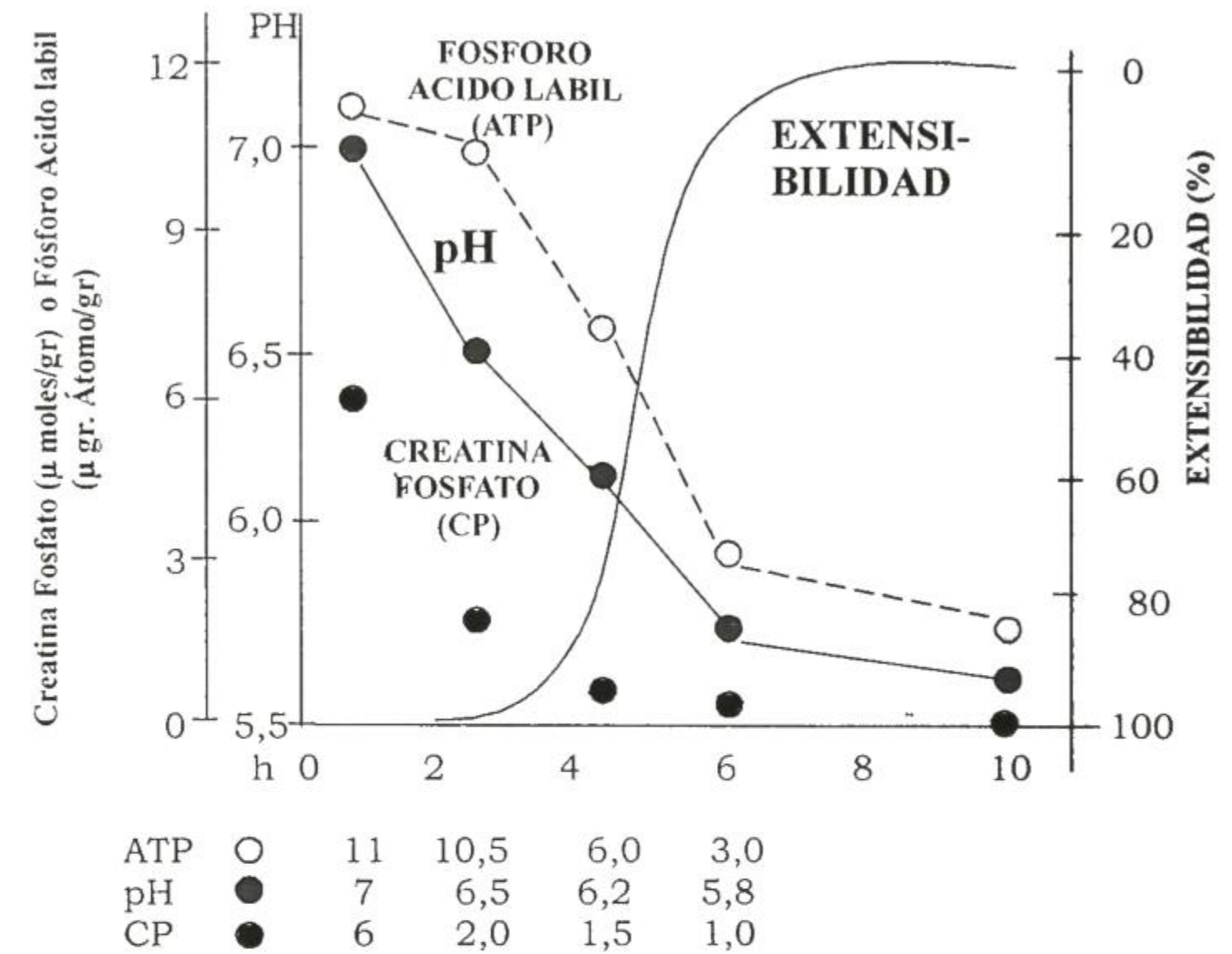


Figura 7. Conversión de Músculo en Carne.

Fuente: Price y Schweigert (1970) Lawrie (1974) y Briskey et al., (1966)

### RIGOR MORTIS

La glucólisis anaeróbica agota las reservas de glucógeno muscular llegando a niveles de 0,1% o menores con una acumulación de ácido láctico a elevados niveles y un descenso de pH que llegan a valores de pH 5,5 - 5,6, se agotan las reservas de CP y ATP, con lo cual el músculo entra en una contracción total y una pérdida completa de la extensibilidad y baja capacidad de retención de agua estableciéndose así el rigor mortis.

Se estima que cuando el valor del ATP desciende a un nivel de un 30% en relación al valor inicial el músculo entra en rigor mortis.

### POST-RIGOR

Una vez instaurado el rigor mortis y dependiendo de cada especie animal



empieza un proceso que se considera como una resolución del rigor mortis y que conduce a la etapa de post-rigor durante la cual se dan una serie de cambios físicos y bioquímicos en la carne.

El proceso de esta etapa comienza con una liberación de catepsinas, enzimas proteolíticas que se encuentran en unos orgánulos denominados lisosomas y su liberación se atribuye a la degradación de los lisosomas a medida que el pH desciende a valores debajo de 6.0.

Las catepsinas se activan y comienzan su acción sobre estructuras proteicas, se les atribuye su acción principal a nivel de las linazas Z con pérdidas de rigidez muscular (rigor mortis).

También se atribuye una acción al CAF (factor activado por el calcio) el cual se encuentra en el sarcoplasma y es activado por la concentración de iones calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) teniendo al igual que las catepsinas una acción de hidrólisis proteica.

Por su acción las catepsinas y el CAF han sido responsabilizados de los cambios fundamentales que se producen durante la maduración o envejecimiento de las carnes.

En términos generales las características de la carne en la etapa de post-rigor son las siguientes: agotamiento de las reservas de glucógeno, fosfocreatina (CP) y ATP, acumulación de ácido láctico y bajo pH, aumento de la blandura de la carne (extensibilidad irreversible) aumento de la C.R.A. Estos dos últimos efectos son producto de la resolución del rigor mortis por la acción enzimática (Catepsinas y CAF).

### EFFECTOS DEL RIGOR MORTIS SOBRE LA BLANDURA DEL MÚSCULO (CARNE)

En el momento del sacrificio el músculo es muy extensible, lo cual disminuye a medida que se instaura el rigor mortis. Además de perder su extensibilidad el músculo extirpado y libre se acorta durante el rigor. Se ha comprobado que durante la instauración del rigor mortis se produce una disminución de la blandura que está directamente relacionada con el grado de acortamiento en el momento de la instauración. Puede suponerse por tanto, que el deshuesado en caliente determina el acortamiento del músculo con el consiguiente endurecimiento de la carne. Sin embargo el grado de acortamiento del músculo extirpado de los animales poco después de la muerte depende de la temperatura (Lawrie, 1984). Locker y Hogyard (1963) citados

por Lawrie (1984), en Nueva Zelanda, encontraron que el mínimo acortamiento (aproximadamente el 10% de la longitud del músculo aislado) ocurría en el margen de temperatura 14-19 °C y que el acortamiento era tanto mayor cuanto más alejaba la temperatura de mantenimiento en pre-rigor en una u otra dirección del citado margen. Se observó que el efecto de la temperatura sobre el acortamiento era mayor por debajo de 14°C que por encima de 19°C siendo casi 50% de la longitud inicial a 0°C. El acortamiento que se produce por debajo de 14 °C se le dio la denominación de acortamiento por frío ("Cold Shortening") se produce porque a esas temperaturas bajas se genera una modificación de la absorción del calcio en el retículo sarcoplásmico liberando grandes cantidades de iones  $\text{Ca}^{++}$  en las miofibrillas. Como el contenido de ATP es aún elevado, la miosina y actina reaccionan entre si y el músculo se contrae. Este fenómeno conduce a un endurecimiento de la carne, producto del enfriado de la carne antes que el pH descienda por debajo de pH 6,0.

Lo más frecuente para evitar ese fenómeno es calcular la velocidad de refrigeración del músculo para que después de la muerte alcance una temperatura comprendida entre los 12 y 18 °C en el momento en que el músculo entra en rigidez cadavérica; en esas condiciones la contracción muscular es mínima (Cheftel et al., 1989).

Como guía en la práctica comercial se considera que el acortamiento por frío se evita con seguridad, si ninguna parte de la musculatura se deja descender por debajo de 10 °C durante 10 horas siguientes a la muerte del animal (Lawrie, 1984).

El efecto de acortamiento del músculo sobre la dureza ha sido estudiado por diversos grupos de investigadores particularmente en Nueva Zelanda. Con músculos de vacuno aislados se ha comprobado que un acortamiento hasta de 20% de la longitud inicial produce cambios de dureza relativamente pequeños, mientras que el acortamiento adicional, del 20-40% produce un marcado aumento de dureza. Una conducta similar se ha observado en los músculos aislados de corderos. En general el músculo de cerdo es mucho menos susceptible al acortamiento por frío que los músculos de vacuno o cordero (Lawrie, 1984).

### LA ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA DE CANALES Y SU EFECTO

El estímulo de la musculatura de las canales ha despertado considerable interés en los últimos años, como procedimiento para acelerar la caída post-



morten del pH y el establecimiento del rigor. De hecho ya ha sido adaptado en la práctica comercial tanto en Nueva Zelanda como en Estados Unidos de América. Es una técnica particularmente útil cuando se pretende refrigerar o congelar rápidamente canales, medias canales o cuartos, poco después del sacrificio porque al acelerar la caída del pH hasta alcanzar su valor final, elimina el riesgo de acortamiento por frío y subsiguiente endurecimiento de la carne. También acelera el ablandamiento o maduración natural.

Varios descubrimientos sobre el estímulo eléctrico ofrecen considerable interés en la práctica del estímulo eléctrico de las canales en los mataderos, entre estos tenemos: los relativos a los aspectos eléctricos que están relacionados con los voltajes y ritmos del pulso óptimo a utilizar; los que conciernen a los aspectos químicos, por cuanto hacen referencia a la duración del proceso de rigor y caída del pH; los mecánicos y energéticos son de interés respecto al agotamiento máximo de reservas energéticas. (Lawrie, 1984).

### APLICACIÓN DEL ESTÍMULO ELÉCTRICO

Si el estímulo eléctrico se aplica vía electrodos colocados en la región del cuello y en los tendones de aquiles se recomienda no menos de 600 V. (pico). Un voltaje pico de 680 V. da una corriente pico de 5,2 amp. en canales no evisceradas 3,3 amp. en canales evisceradas y 2,4 amp. en medias canales, suponiendo un recorrido de 200 cm es decir canales de aproximadamente 300 Kgs. Un ritmo de 15-25 p.p.s. (pulsaciones por segundo), una amplitud de pulso de 20-40 mseg y una duración óptima de estímulo de 2 minutos, pudiendo reducir el tiempo a 1,5 minutos con una pérdida de eficiencia no mayor de 10%.

Los 680 V./200 cm. dan un gradiente de voltaje de 3,4 V./cm. (Lawrie, 1984).

Las diferentes intensidades de corriente generadas por la canal sin eviscerar, eviscerada y media canal para el mismo voltaje se deben a que la primera presenta mayor sección de conducción que la segunda y esta a su vez que la tercera y como a mayor sección de conducción menor resistencia y por tanto mayor intensidad de corriente.

### Respuesta a la Estimulación

La respuesta al estímulo eléctrico decrece acusadamente en los bovinos a partir del minuto 50 tras el sacrificio y aún más deprisa en los ovinos. Lo mejor por tanto es estimular durante los 40 minutos subsiguientes en el del ganado

vacuno y tan pronto como sea posible tras el desuello de los corderos. El resultado neto después de una hora de la estimulación es que el pH desciende por debajo de 6,2 y la canal se convierte en resistente al acortamiento por frío. El acortamiento por frío nunca tiene lugar después de que la carne alcance un pH de 6,2.

Investigaciones demostraron que no ocurren riesgos de acortamiento por frío si se comienza a enfriar rápidamente por debajo de 10°C tan pronto como el pH haya caído a un valor situado entre 5,7 y 6,0. Así pues, el enfriamiento rápido se puede iniciar, en las canales estimuladas unas dos (2) horas después del sacrificio. En la canal control se tardó en alcanzar este pH unas 10,5 horas; de modo que el estímulo eléctrico ahorra unas 8 horas de permanencia a 16°C.

Cuando se utilizan sistemas de congelación ultrarápidos es importante asegurar que no queden trazas de ATP en el músculo, por lo que se ha sugerido que el proceso no debe comenzar hasta 6 horas después del estímulo y no antes de 20 tras el sacrificio si no se aplica el estímulo eléctrico. De no tomar estas precauciones no puede asegurarse que no se va a dar el rigor de descongelación, la contracción y endurecimiento consiguientes (Lawrie, 1984).

### EFFECTO DEL GUINDADO DE LA CANAL

El guindado de las canales en los rieles aéreos ejerce tensión en unos músculos y deja otros libres de tensión. Según estudios realizados el nivel de tensión controla parcialmente el grado de acortamiento de rigor. Al medir las longitudes de los sarcómeros, los músculos que presentan mayor tensión presentan los sarcómeros más largos y por tanto presentan poco estado de contracción post-rigor. Esos músculos son más blandos o tiernos que los que se dejan acortar libremente. Por tal motivo el guindado de las canales por la pelvis mediante lo que se logra mayor tensión en los músculos del lomo y de la pierna, los convierte en más blandos o tiernos que el guindado tradicional por el tendón de Aquiles cuya mayor tensión la desarrolla sobre el músculo PSOAS (lomito) más tierno en este tipo de guindado (Forrest et al., 1975).

### MADURACIÓN O ENVEJECIMIENTO

Se trata de una fase post-mortem que se caracteriza por la resolución de la rigidez cadavérica. Cuando la carne envejece, su blandura aumenta progresivamente y su textura mejora a la cocción. Pero además de la dureza hay otras propiedades organolépticas tales como la jugosidad, color y sabor que



resultan a ec a as por el fenómeno de la maduración (Cheftel et al., 1989).

El conocimiento de los mecanismos que participan en el proceso de maduración se debe al descubrimiento y aislamiento de enzimas proteolíticas que digieren algunas proteínas miofibrilares y reproducen muchos de los cambios observados durante el almacenamiento.

Las enzimas que intervienen en la maduración son las catepsinas y el factor activado por el calcio (CAF).

### Catepsinas

Se encuentran en los lisosomas y se han aislado a partir del hígado y del músculo. Éstas deben ser liberadas de los lisosomas para poder activarse en la carne. Existen pruebas de que las membranas lisosomales se degradan como resultado de los cambios sufridos por el músculo durante el rigor mortis y la caída del pH, aumenta la actividad enzimática de las catepsinas.

### Factor Activado Por El Calcio (CAF)

El CAF se localiza en la fracción soluble de los extractos de músculos y no se encuentra en los lisosomas o ligado a ningún orgánulo. Por tanto un nivel suficientemente elevado de iones calcio, es lo único necesario para la activación.

No hay duda de que las enzimas proteolíticas son los responsables de los cambios durante la maduración. Existen muchas enzimas proteolíticas en el músculo, pero hasta ahora se ha visto que sólo el CAF y las catepsinas degradan las proteínas miofibrilares.

A medida que transcurre el estado post-mortem la dureza disminuye. Esta reducción es rápida durante los primeros días de conservación y a continuación su velocidad desciende. Después de 10 días a 1 °C se alcanza aproximadamente un 80% de la reducción total de la dureza. Existe una variación considerable entre los diferentes músculos. La velocidad de ablandamiento varía con las distintas especies. El vacuno adulto, los corderos, las terneras y los conejos tienen velocidades semejantes, los cerdos más rápida y los pollos rapidísima, alcanzando un valor mínimo de dureza de las primeras 48 horas desde el sacrificio (Lawrie, 1984).

Debido a la actividad de numerosas hidrolasas, la maduración de las carnes vienen frecuentemente acompañadas por la formación de pequeñas cantidades de productos favorables al aroma y sabor (nucleótidos, amoníaco,

acetaldehído, sulfuro de hidrogeno, diacétilo, acetona, etc.). No obstante, la oxidación de los lípidos pueden originar olores indeseables (Cheftel et al., 1989).

Como consideración general y tomando en cuenta el acortamiento por frío, el control de putrefacción bacteriana y el efecto enzimático (catepsinas y CAF) se puede sugerir que en la práctica, se mantenga la carne después del sacrificio del animal 10 horas a 10 °C luego se baje entre 1 y 2 °C manteniéndola por un período de 10 a 15 días. De esta manera se logra prevenir el acortamiento por frío, evitar el deterioro por putrefacción bacteriana y reducir el endurecimiento en un 80% (acción enzimática o maduración). Se puede recomendar según el caso la electro-estimulación y el guindado en gancho de riel por la pelvis cuyos efectos en aceleración del rigor y la prevención del endurecimiento respectivamente fueron discutidos.

### CARNE EN CANAL

A los efectos del presente libro, serán consideradas la canal bovina y canal de cerdo:

La carne en canal bovina corresponde a la parte del animal que queda después de quitar cabeza, piel, patas, cola y todas las vísceras internas exceptuando los riñones y la grasa que se encuentra a su alrededor.

En el caso del cerdo la canal puede quedar con la cabeza, la piel (depilada), patas y cola o rabo, adheridas.

En términos generales se puede decir que la canal está constituida fundamentalmente por la musculatura esquelética (estriada) con sus tendones también contiene, huesos, ligamentos, cartílagos, vasos sanguíneos, nervios y grasa.

Existen diferencias en la calidad de la canal entre un animal y otro de la misma especie. Por tal motivo se establecen clasificaciones de carne en canal según criterios de calidad.

Pero también existen diferencias de calidad de la carne dentro de una misma canal, en función de su blandura o terneza, lo cual está asociado directamente a la concentración de tejido conectivo o estroma que se relaciona con la función que ejerce la musculatura en el animal vivo.

Así se tiene que una misma canal bovina independientemente de su calidad como canal individual, en ella se encuentran tres tipos de carne: 1) Carne de primera (las más tiernas). 2) Carnes de segunda (de terneza



intermedia) y 3) Carnes de tercera que se corresponde con las menos tiernas o las más duras.

La dureza está vinculada a la concentración de tejido conectivo, el cual está relacionado, a la edad del animal y a la actividad y función muscular.

Ejemplo los músculos flexores y extensores carporadiales son músculos de la locomoción que realizan un gran trabajo físico (actividad) a su vez tiene una alta concentración de tejido conectivo (que aumenta con la edad), son músculos que se convierten en carne dura y corresponden a carne de tercera dentro de la canal bovina.

Dentro del concepto anterior se puede generalizar lo siguiente: los músculos del animal vivo que desarrollan mayor tensión en el cuerpo son los de la región abdominal, costal, cuello y extremidades tienen alta concentración de tejido conectivo y se convierten en carne de tercera.

Los músculos de la espalda (parte superior del miembro anterior) tienen una concentración intermedia de tejido conectivo que interconecta el miembro anterior con el resto del cuerpo (tanto en el bovino como en el cerdo) soportando así, la mitad anterior del animal. Por tal motivo tiene una distribución que garantiza la conexión, soporte y la actividad de postura y locomoción. Por tener una concentración intermedia de tejido conectivo y encontrarse ampliamente distribuido en toda la musculatura, ésta da origen a carne de segunda.

Es importante indicar que en el bovino y cerdo no existe conexión articular ósea de la escápula con el resto de la estructura ósea del cuerpo (esqueleto). Por tal motivo la conexión del miembro anterior en ambas especies está a cargo del tejido conectivo de los músculos de la espalda, lo cual les da una dureza intermedia.

Los músculos de la región dorsal a partir de la 7ma vértebra dorsal y la parte superior del miembro posterior que corresponden a músculos de la postura (posición) y tienen menor concentración de tejido conectivo, se convierten en carne de primera.

Si bien la clasificación comercial en carne de primera, segunda y tercera, es oficial, en Venezuela para la comercialización de la carne de bovino, no lo es para la carne de cerdo, pero lo indicado anteriormente técnicamente es aplicable a la canal de cerdo.

Sin embargo se debe indicar que comercialmente el cerdo en Venezuela tiene una denominación diferente para las diferentes partes de la canal.

Al referir los términos comerciales de la carne de bovino y cerdo destinados a la industria procesadora de carne es necesario hacer las siguientes consideraciones:

- En términos generales se puede indicar que la calidad comercial del cerdo en Venezuela es más uniforme que para el bovino, pues como promedio se comercializan animales que pesan cerca de 90 Kg. (peso vivo) y seis meses de edad. No ocurre así en el bovino donde se presenta mayor variación en edad y peso entre los animales enviados a mataderos.
- Mientras que en el caso del cerdo las canales que se envían a la industria procesadora de carne son de igual o mejor calidad que las que van a consumo directo (carnicería) en el caso del bovino ocurre lo contrario, pues al consumo directo son enviadas las de mejor calidad, mientras que a la industria procesadora de carnes se envían las clasificadas como de menor calidad. Debe entenderse que éste concepto de calidad no se refiere a los aspectos sanitarios o de salud pública, sino que está relacionada con la blandura o terneza de la carne.
- También existen diferencias en los cortes que se practican comercialmente en la canal de cerdo con relación a los bovinos. A los efectos de ilustrar los cortes comerciales de las canales de bovino y cerdo se plantea en los cuadros 3 y 4 donde se indican los cortes de carne que se pueden obtener de las canales de ambas especies. (Ver figuras 8 y 9)
- También, producto del beneficio de bovinos se obtiene otro tipo de carne llamado carne de cachete producto del desposte de la cabeza, algunas veces se incorporan la carnita de cuero (músculos subcutáneos adheridos al cuero).

La carne de cachete se coloca en bandejas, donde se congela y se comercializa como "panelas congeladas de carne de cachete".

## CORTES DE CARNE BOVINA

### Carne de Primera

- Lomito
- Solomo de cuerito (grueso o delgado desde la 7ma costilla)
- Pulpa negra
- Muchacho Redondo



- Punta Trasera
- Ganso
- Chocozuela
- Pollo de res

#### Carne De Segunda

- Papelón
- Solomo Abierto (1ra a 6ta costilla)
- Paleta o codillo

#### Carne de Tercera

- Costilla
- Pecho
- Lagarto Anterior
- Lagarto Posterior
- Pescuezo o Cogote
- Falda

CUADRO 3. Rendimiento de ½ canal de bovino

CALIDAD		TIPO DE ANIMAL		
		NOVILLO*	VACA*	TORO*
Carne de primera	%	31,24	28,45	29,55
Carne de segunda	%	15,29	15,97	21,78
Carne de tercera	%	29,04	27,18	33,80
Total cortes limpios	%	75,57	71,60	85,13
Huesos	%	14,02	17,69	11,88
Recortes de grasa	%	10,41	10,71	2,99
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

\*Peso de la ½ canal: Novillo: 110,530 Kgrs

Vaca: 98,950 Kgrs

Toro: 150,600 Kgrs

FUENTE: Rosales et al. (1984)

## IDENTIFICACION, UBICACION Y PESO PROMEDIO DE LOS CORTES DE CARNE AL DETAL EN BOVINOS

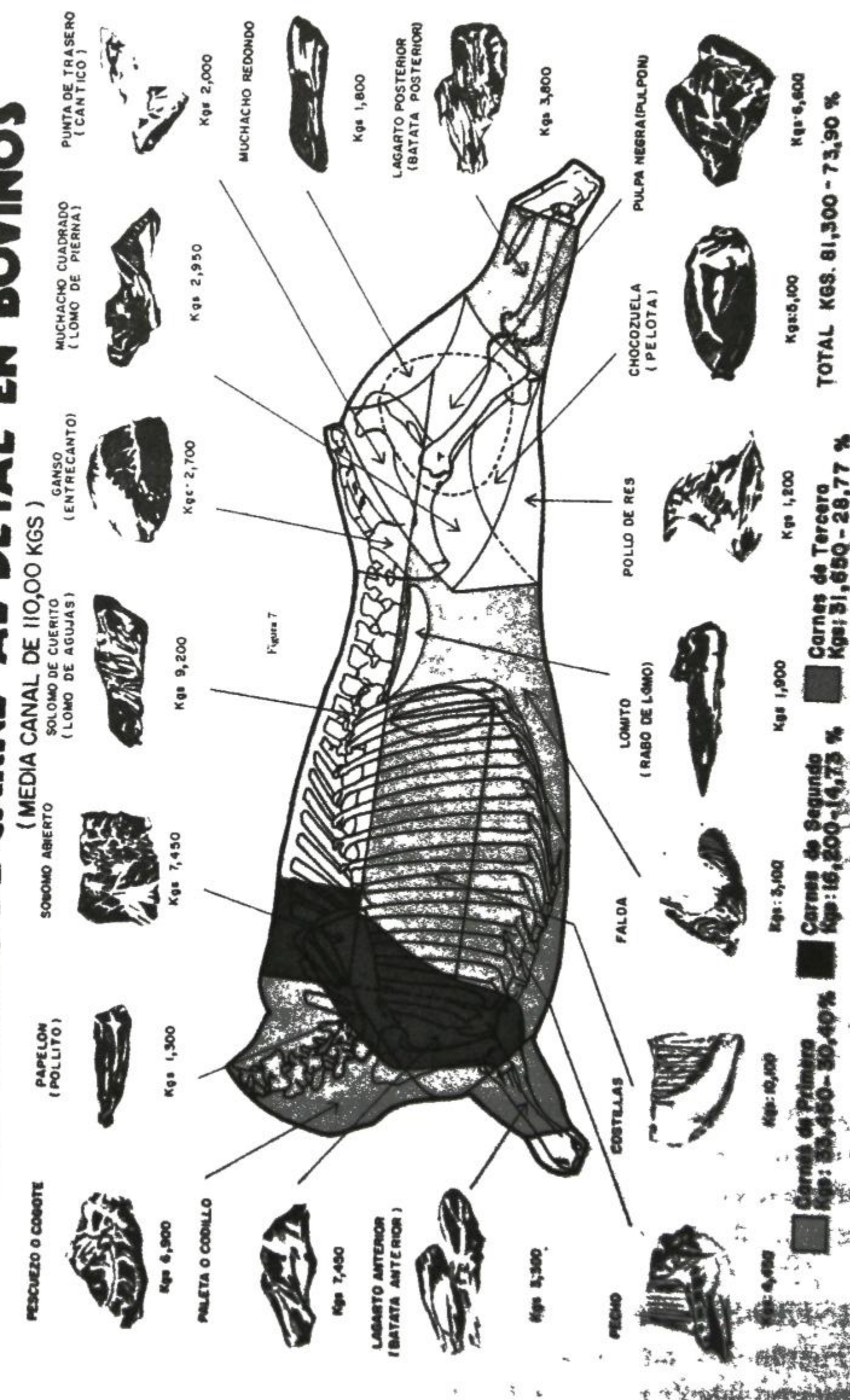


Figura 8. Canal bovina y sus cortes



**CUADRO 4. Rendimiento de una canal de cerdo con cabeza. Peso promedio 63,06 Kg.**

Cortes y otras partes	Número de Piezas	%
Perniles sin hueso	2	12,94
Espalda sin hueso	2	12,60
Chuletas	2	14,48
Tocinetas	2	12,69
Codillos	4	3,65
Costillas	2	2,19
Paticas	4	2,27
Rabos	1	0,46
Huesos del cuello		2,19
Recortes N° 1*		3,40
Recortes N° 2*		8,20
Recortes N° 3*		1,68
Tocino más cuero		14,90
Orejas	2	0,48
Lenguas	1	0,52
Huesos (cabeza, espalda, pernil)		7,35

Fuente: Información obtenida de la Industria Nacional

**\*RECORTES**

N°1 Son productos de la "carnita" que resulta del desposte de la cabeza

N°2 Corresponden a la "máscara" de la cabeza y el cuerito de barriga (tapa de barriga) también se utiliza para la papada algunas veces Pero principalmente la papada se utiliza para el salchichón

N°3 Corresponde a los pedacitos de grasa pura que resulta del desposte de la canal y cabeza.

La información del cuadro 4 se corresponde a una canal de cerdo de un peso promedio de 63,06 Kg. después de su refrigeración y fue calculado a partir de información directa obtenida por el autor sobre 170 canales de cerdo a partir de las planillas de control diario que lleva la industria.

**CARNE DESHUESADA MECÁNICAMENTE (CDM)**

Fueron los japoneses en la industria del pescado quienes primero presentaron interés por la cantidad de proteína cárnica que se quedaba en los huesos después de los métodos convencionales de deshuesado. La técnica para

**IDENTIFICACION Y UBICACION DE LOS CORTES INDUSTRIALES EN LA CANAL DE CERDO**

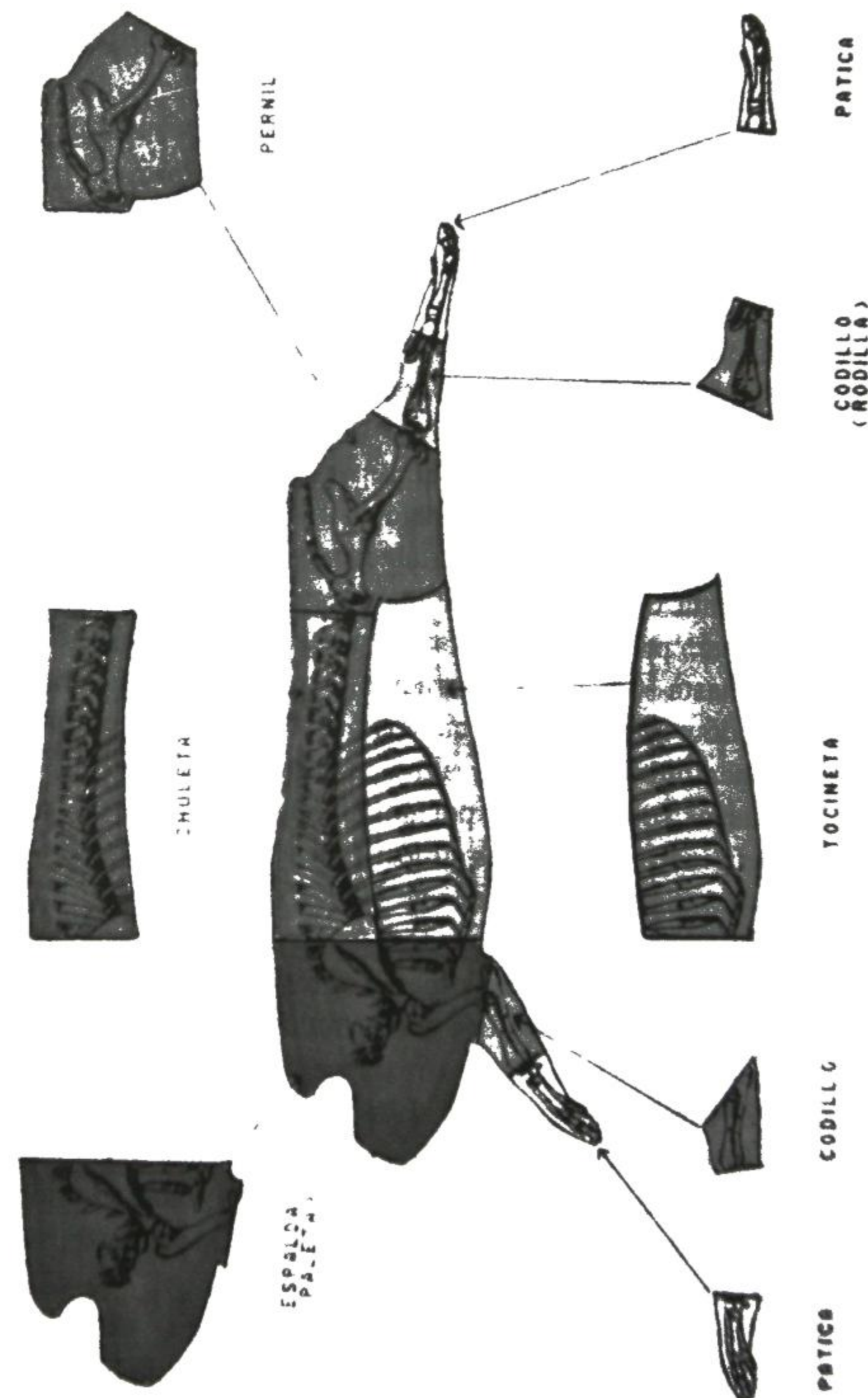


Figura 9. Canal de cerdo y sus cortes



huesos después de los métodos convencionales de deshuesado. La técnica para recuperar carne de los huesos se remonta a varias décadas, finales de los cuarenta y principios de los cincuenta (Newman, 1980-81).

Desde entonces se han incorporado grandes adelantos tecnológicos en las máquinas separadoras de carne residual por aplicación de presión.

El pescado y aves que tienen huesos relativamente blandos permiten utilizar máquinas similares para su separación donde los huesos refrigerados son presionados desde afuera por una correa flexible sobre un cilindro de acero inoxidable con orificios de 4 mm de diámetro a través de las cuales pasa la carne separada hacia el interior del cilindro, donde la presión de la correa sobre el cilindro es regulada por tensión de la correa y un rodillo graduable.

Otro método muy popularizado de separación es el tamiz, en el cual los huesos son congelados hasta cristalización ( $-2^{\circ}\text{C}$ ) molidos e incorporados a la cámara de la deshuesadora donde un taladro (tornillo), los presiona sobre un tamiz que presenta orificios de 0,46 1,91 mm. Por los cuales la carne es obligada a pasar produciéndose su separación con un incremento de temperatura de hasta  $10^{\circ}\text{C}$  en esta operación.

Otro método consiste en colocar los huesos sin moler en una cámara y usando presiones hidráulicas muy altas, la carne se licua y fluye. Para este método los huesos son liberados por una tolva, en cantidades determinadas dentro de un cilindro de paredes gruesas de acero inoxidable y un pistón hidráulico los comprime a presiones de 100 250 atmósferas. Bajo esta gran presión la carne fluye de los huesos y es recuperada a través de la multitud de micro ranuras. El hueso no puede pasar a través de las micro-ranuras y es compactado, para ser eyectado luego por un rápido movimiento del pistón.

### **CARACTERÍSTICAS DE LA CARNE DESHUESADA MECÁNICAMENTE (CDM)**

Por la forma en que la CDM se obtiene, esta adquiere algunas características que determinan su respuesta tecnológica como son:

1. Carne de consistencia blanda pastosa.
2. Se ha mezclado con el oxígeno del aire.
3. Tiene alto contenido de grasa (9 28%).
4. Tiene hasta 3 veces mas pigmentos hemo (sangre) que la separada manualmente.
5. Alto contenido de médula ósea.

7. Tiene cierto contenido de calcio limitado, por regulación internacional, al 1% y partículas de hueso 0,5 mm.
8. Tiene más posibilidades de contaminación bacterial que la deshuesada manualmente.
9. Tiene un incremento de temperatura que va de 3 5 o 7  $10^{\circ}\text{C}$  según el método de obtención.

Estas características traen algunas consideraciones a tomar en cuenta para su utilización en productos cárnicos:

1. El tener alto contenido de grasa, pigmentos hemo (Fe) y haberse mezclado con oxígeno, la hace más susceptible, que otras carnes, a los procesos de oxidación.
2. El alto pH (pudiendo ser aproximado a pH 7,0), se asocia con el contenido de médula ósea y esto por una parte la hace más susceptible al ataque de bacterias pero por otra parte incrementa la retención de agua en los productos cárnicos.
3. La presencia de pigmentos hemo incrementa su respuesta al color de curado en los productos.
4. La consistencia pastosa determinada que sólo pueda ser utilizada en productos de consistencia pastosa, grumosa o en emulsiones cárnicas. también en productos minimamente procesados.

### **UTILIZACIÓN DE CARNE DESHUESADA MECÁNICAMENTE (CDM)**

La capacidad de emulsificación y estabilidad de la emulsión están relacionadas fundamentalmente con la funcionalidad de las proteínas y el contenido de grasa de la CDM, pero en términos generales tiene buena capacidad de emulsificación y estabilidad de la emulsión (Orr y Wogar, 1979).

Según las anteriores consideraciones, la CDM; resulta ser un buen recurso carnico aprovechable en la elaboración de embutidos tipo emulsión pero siempre tomando en cuenta su contenido de grasa, una adecuada formulación en el producto y un cuidadoso manejo higiénico desde la materia prima (huesos) pasando por el proceso tecnológico hasta su distribución a los consumidores.

### **COMPOSICIÓN DE LA CARNE**

Se tratará la composición desde el punto de vista de su comportamiento



funcional en la elaboración de productos cárnicos.

Composición		
Proteína	18 %	(15-22)
Grasa	3 %	(1-5)
Humedad	76 %	(55-78)

De estos componentes las proteínas son las más importantes y de ellas depende en gran parte la funcionalidad de la carne en los sistemas alimenticios de los productos que forma parte.

Las proteínas constituyen aproximadamente el 18% de la carne y se encuentran en la siguiente proporción:

➤ Proteínas miofibrilares	52-56 %
➤ Proteínas sarcoplásmicas	30-35 %
➤ Proteínas estromáticas	5-15 %

### PROTEÍNAS MIOFIBRILARES

- Miosina
- Actina
- Troponina
- Tropomiosina

### PROTEÍNAS SARCOPLÁSMICAS

- Enzimas mitocondriales y proteínas solubles.
- Mioglobina.
- Citocromo, flavoproteínas

### PROTEÍNAS DEL ESTROMA

- Colágeno
- Elastina
- Reticulina

## SOLUBILIDAD DE LAS PROTEÍNAS DE LA CARNE

### Proteínas miofibrilares

Son solubles en soluciones salinas y se ubican dentro del grupo de las globulinas. Esta característica resulta de fundamental importancia dentro del procesamiento de carne, puesto que además del agua de composición, se agrega agua y sal (Cloruro de sodio) como ingrediente formándose soluciones salinas,

por tanto la solubilización de las proteínas miofibrilares resulta de fundamental importancia en los procesos tecnológicos.

### Proteínas sarcoplásmicas

Son solubles en agua y se ubican dentro del grupo de las albúminas.

### Proteínas estromáticas (del tejido conectivo)

Son insolubles en solventes acuosos y se ubican dentro del grupo de las escleroproteínas.

## EL AGUA EN LA CARNE

Existe agua retenida en la carne y una capacidad variable para esa retención, que se ha llamado capacidad de retención de agua (C.R.A.), la cual depende de la interacción del agua con las proteínas.

La capacidad de retención de agua de la carne afecta:

- La apariencia de la carne.
- El comportamiento de la carne durante el cocinado.
- Jugosidad de la carne durante la masticación.
- Pérdida de agua durante el almacenamiento
- Actitud tecnológica

### Interacción del agua con las proteínas

Para tratar la interacción del agua con las proteínas de la carne es necesario considerar aspectos particulares de cada uno de esos componentes.

### La molécula de agua (Fig. 10)

La molécula de agua consta de dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno. Hidrógeno y oxígeno se encuentran unidos entre sí en forma covalente. Como los átomos de hidrógeno forman con el oxígeno un ángulo de 105° aproximadamente, se originan en la molécula un punto de gravedad con carga positiva y otro con carga negativa. Por esta razón la molécula de agua es bipolar.



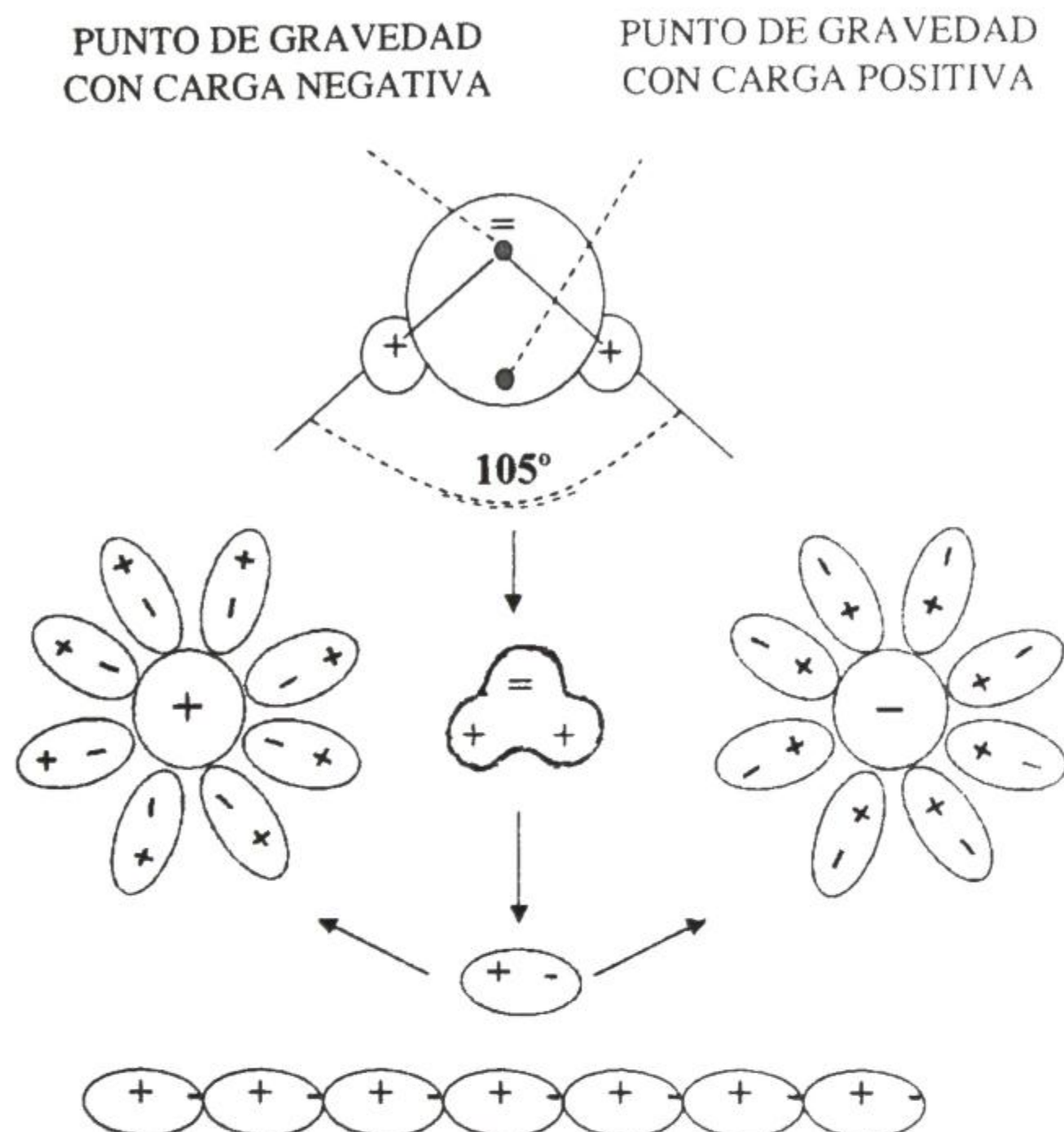


Figura 10. Comportamiento iónico de la molécula de agua  
FUENTE: Weinling (1973)

La propiedad de contar con dos cargas eléctricas distintas actuantes hacia el exterior y con ellas ser capaz de captar o rechazar cargas tanto positivas como negativas, es la característica más importante del agua y en esto se basan muchos procesos y fenómenos de gran importancia tecnológica para la industria cárnica: entre ellos se encuentran la formación de soluciones verdaderas y coloidales y la fijación de agua en la carne (Weinling, 1973).

### Las proteínas

Las proteínas están constituidas por aminoácidos, los cuales a su vez, como su nombre lo indica poseen dos grupos funcionales característicos: el amino ( $-NH_2$ ) y el carboxílico ( $-COOH$ ). El grupo carboxílico por ser ácido, puede disociar iones  $H^+$ . El grupo amino básico fija iones  $H^+$ ; si ambos grupos

están disociados, resultan iones híbridos que presentan doble carga (+ y -) bajo cuya forma se encuentran los aminoácidos en solución acuosa. Por la adición de iones  $H^+$  (ácido), estos se fijan al grupo negativo el cual queda sin carga; por adición de álcali (iones  $OH^-$ ) se eliminan los iones  $H^+$  fijados a los grupos aminos, uniéndose al  $OH$  para formar agua y se origina la forma con carga negativa. En una solución de aminoácidos que obtiene varios trillones de moléculas existe una mezcla de las tres formas con un predominio casi siempre de una de ellas (-), (+) o (+-).

El pH en el cual predomina el ion híbrido (+ -) con pequeña cantidad exactamente la misma de las formas negativa (-) y positiva (+), se conoce con el nombre de punto isoeléctrico (Karlson, 1967).

Entre los aminoácidos que componen los péptidos de las proteínas de la carne, el ácido glutámico y la lisina tienen grupos laterales que normalmente poseen cargas negativas y positivas. La molécula nativa, tiende por lo expuesto anteriormente a ser lo más hidrófila posible.

Las miofibrillas retienen agua debido a que forman un retículo tridimensional de filamentos, estructura que persiste después de homogeneizar la carne. La cantidad de agua inmovilizada depende del espacio existente entre los miofilamentos. Si la fibra muscular se contrae los miofilamentos de actina y miosina sobremontan considerablemente, el espacio se hace menor y disminuye la cantidad de agua inmovilizada. La relajación de la fibra por tratamiento con ATP-Mg y/o con quelantes del  $Ca^{++}$  induce considerable hinchamiento y por consiguiente aumenta la cantidad de agua inmovilizada.

La influencia de la magnitud del espacio total existente entre los filamentos sobre la cantidad de agua inmovilizada por la carne claramente se manifiesta observando el efecto del pH sobre la capacidad de retención del agua. Si a muestras de carne picada se añade agua y ajusta el pH a valores comprendidos entre 4,5 y 7,0, al representar en un sistema de coordenadas el agua retenida por la carne después de la centrifugación frente al pH, se obtiene una curva en la cual se observa un mínimo alrededor de pH 5,0 - 5,1 valor que corresponde aproximadamente al punto isoeléctrico de las proteínas miofibrilares en el ambiente iónico normal de la carne. El estado isoeléctrico se presenta cuando el número de cargas positivas es igual al número de cargas negativas. Si el pH se encuentra por encima del punto isoeléctrico, desaparecen algunas cargas positivas, quedando por lo tanto un exceso de cargas negativas, que determinan la repulsión de los miofilamentos dejando más espacio a las



moléculas de agua. De la misma forma, el exceso de cargas positivas a bajos valores de pH provoca la repulsión que aumenta el espacio para las moléculas de agua (Price y Schweigert, 1971).

Cerca del punto isoeléctrico, las cadenas proteicas tienden a aproximarse, lo cual motiva, un descenso en la capacidad de retención de agua (Cheftel y Cheftel, 1980).

### Formas en que el agua se encuentra en la carne (Fig. 11)

Según lo reportado por Forrest et al., (1975); Bourgois y Le Roux (1986) y Cheftel et al., (1989), las formas en que el agua se encuentra en la carne se puede resumir y esquematizar de la siguiente manera:

#### ➤ Agua unida a las proteínas

Capa monomolecular. Se considera ésta la capa de las moléculas de agua unida a las proteínas por fuerza iónicas y está directamente unida.

Capa secundaria. Está unida a las proteínas pero con una fuerza menor que la capa monomolecular.

#### ➤ Agua inmovilizada

Se encuentra entre los filamentos de proteína y su fuerza es fundamentalmente de tipo físico favorecida por la separación de los filamentos de proteínas. La mayor cantidad de agua retenida en el músculo se encuentra en esta forma.

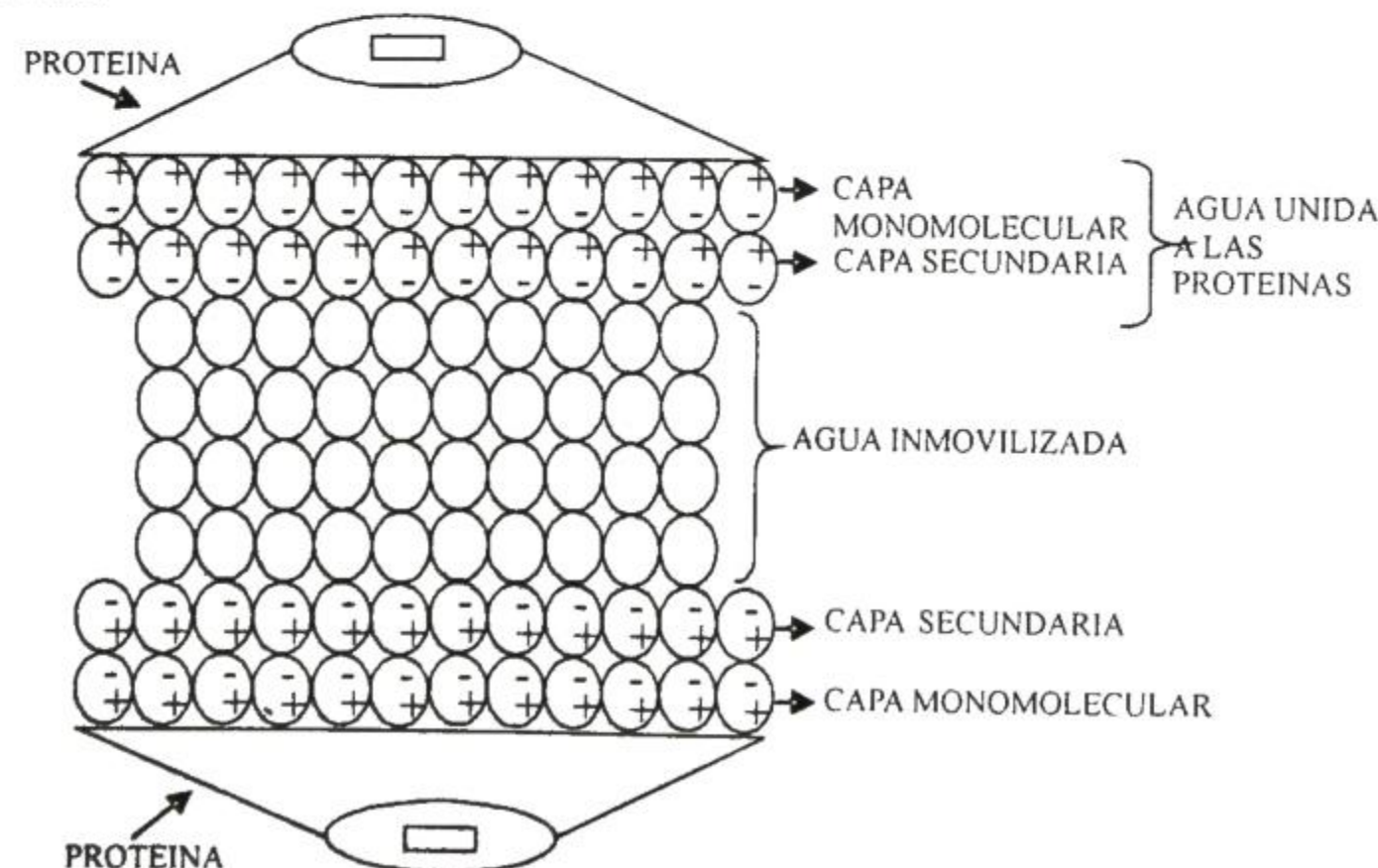


Figura 11. Formas del agua en la carne

#### ➤ Agua libre

Es aquella sujeta solamente por fuerzas superficiales.

El agua inmovilizada varía con los niveles de pH de la carne pues como ya se indicó, los valores de pH afectan la separación de los componentes proteicos afectando por consiguiente la retención de agua entre ellos:

La capacidad de retención de agua en la carne según su nivel de pH se expresa en la figura 12, donde se puede observar que la menor capacidad de retención de agua la presenta la carne cuando sus valores de pH (5-5,1) corresponden al punto isoeléctrico (P.I.E.) de las proteínas, pues como lo revelan las fórmulas correspondientes sus aminoácidos reportan iguales cargas (+-), lo cual se traduce en una baja separación proteica dejando por tanto poco espacio para la retención de agua inmovilizada.

Por otra parte se observa que cuando el pH de la carne se encuentra por debajo de P.I.E. de las proteínas miofibrilares, las formulas reportan un balance de cargas positivas (+) en los aminoácidos de las proteínas, lo cual se traduce en una repulsión de los filamentos o componentes proteicos trayendo como consecuencia mayor espacio entre ellos y mayor capacidad de retención de agua (C.R.A.).

Igualmente se observa que para un pH de la carne con valores por encima de su P.I.E. los aminoácidos de las proteínas evidencian un balance de cargas negativas induciendo una evidente repulsión con la consecuente separación de los componentes de proteínas miofibrilares generando mayor espacio entre ellos para incorporar agua inmovilizada y por tanto incrementando la C.R.A.

Es importante señalar que los valores de pH de la carne que llegan a la industria (pH 5,6 - 5,8) se encuentran normalmente por encima del P.I.E. de sus proteínas miofibrilares y es en el lado de pH en el que normalmente se procesa la carne.

Esto es importante de considerar en los procesos tecnológicos que se aplican a la carne, pues las proteínas de la carne con valores de pH por debajo de su P.I.E. se hacen muy sensibles a la desnaturalización y coagulación con ligeros cambios térmicos, con la consecuente pérdida de su funcionalidad.

Según Ordoñez et al. (1998) el agua fuertemente ligada o de constitución presenta entre 0,04 y 0,1 g/g de proteína, la cual no disuelve solutos ni se congela. También indica que un 10% del agua en la carne que puede ascender hasta 15% se encuentra en el tejido conectivo un 20% se encuentra asociada a las proteínas miofibrilares, dado que la mayor cantidad (10 g de agua/g de



moléculas de agua. De la misma forma, el exceso de cargas positivas a bajos valores de pH provoca la repulsión que aumenta el espacio para las moléculas de agua (Price y Schweigert, 1971).

Cerca del punto isoeléctrico, las cadenas proteicas tienden a aproximarse, lo cual motiva, un descenso en la capacidad de retención de agua (Cheftel y Cheftel, 1980).

### Formas en que el agua se encuentra en la carne (Fig. 11)

Según lo reportado por Forrest et al., (1975); Bourgois y Le Roux (1986) y Cheftel et al., (1989), las formas en que el agua se encuentra en la carne se puede resumir y esquematizar de la siguiente manera:

#### ➤ Agua unida a las proteínas

Capa monomolecular. Se considera ésta la capa de las moléculas de agua unida a las proteínas por fuerza iónicas y está directamente unida.

Capa secundaria. Está unida a las proteínas pero con una fuerza menor que la capa monomolecular.

#### ➤ Agua inmovilizada

Se encuentra entre los filamentos de proteína y su fuerza es fundamentalmente de tipo físico favorecida por la separación de los filamentos de proteínas. La mayor cantidad de agua retenida en el músculo se encuentra en esta forma.

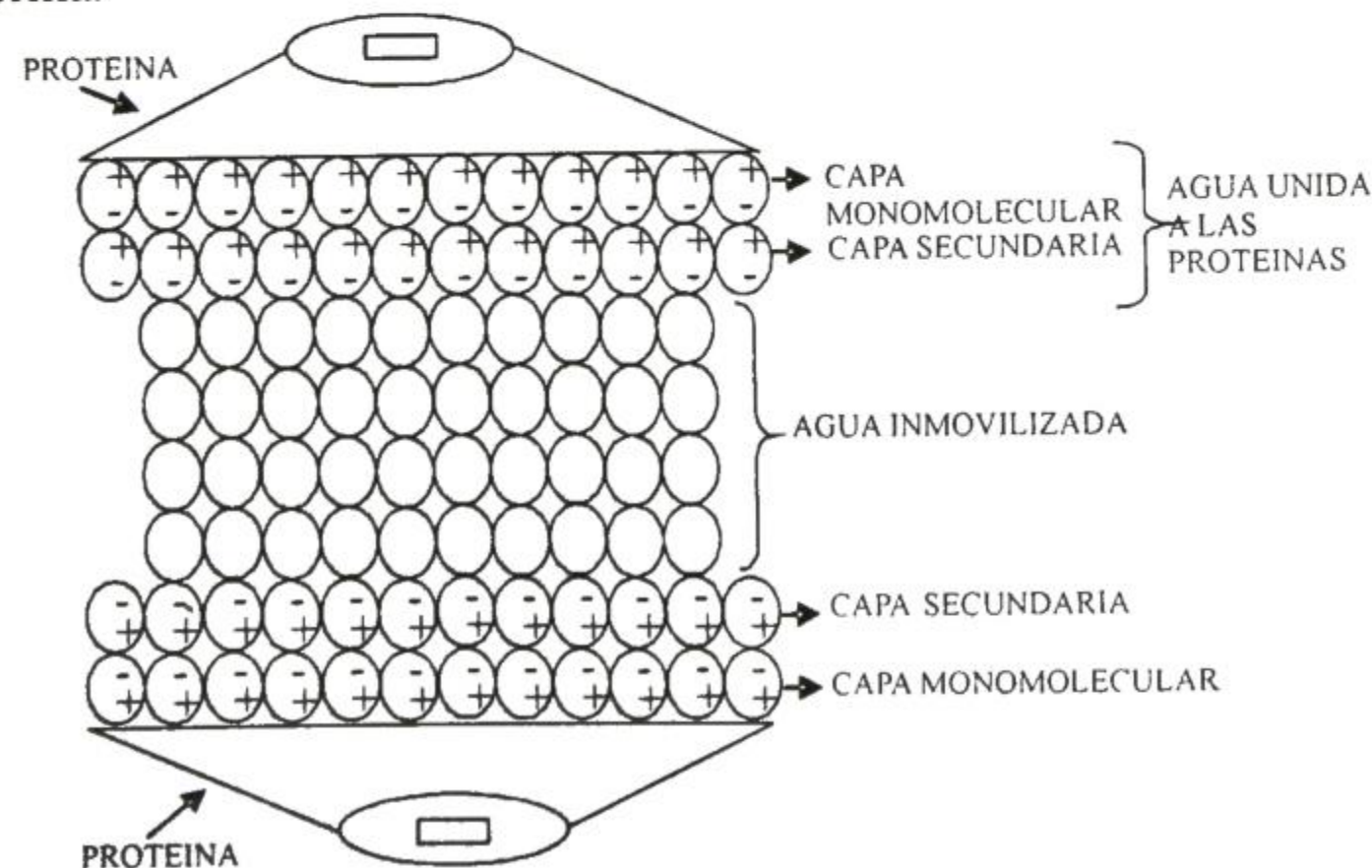


Figura 11. Formas del agua en la carne

#### ➤ Agua libre

Es aquella sujeta solamente por fuerzas superficiales.

El agua inmovilizada varía con los niveles de pH de la carne pues como ya se indicó, los valores de pH afectan la separación de los componentes proteicos afectando por consiguiente la retención de agua entre ellos:

La capacidad de retención de agua en la carne según su nivel de pH se expresa en la figura 12, donde se puede observar que la menor capacidad de retención de agua la presenta la carne cuando sus valores de pH (5-5,1) corresponden al punto isoeléctrico (P.I.E.) de las proteínas, pues como lo revelan las fórmulas correspondientes sus aminoácidos reportan iguales cargas (+-), lo cual se traduce en una baja separación proteica dejando por tanto poco espacio para la retención de agua inmovilizada.

Por otra parte se observa que cuando el pH de la carne se encuentra por debajo de P.I.E. de las proteínas miofibrilares, las formulas reportan un balance de cargas positivas (+) en los aminoácidos de las proteínas, lo cual se traduce en una repulsión de los filamentos o componentes proteicos trayendo como consecuencia mayor espacio entre ellos y mayor capacidad de retención de agua (C.R.A.).

Igualmente se observa que para un pH de la carne con valores por encima de su P.I.E. los aminoácidos de las proteínas evidencian un balance de cargas negativas induciendo una evidente repulsión con la consecuente separación de los componentes de proteínas miofibrilares generando mayor espacio entre ellos para incorporar agua inmovilizada y por tanto incrementando la C.R.A.

Es importante señalar que los valores de pH de la carne que llegan a la industria (pH 5,6 - 5,8) se encuentran normalmente por encima del P.I.E. de sus proteínas miofibrilares y es en el lado de pH en el que normalmente se procesa la carne.

Esto es importante de considerar en los procesos tecnológicos que se aplican a la carne, pues las proteínas de la carne con valores de pH por debajo de su P.I.E. se hacen muy sensibles a la desnaturalización y coagulación con ligeros cambios térmicos, con la consecuente pérdida de su funcionalidad.

Según Ordoñez et al. (1998) el agua fuertemente ligada o de constitución presenta entre 0,04 y 0,1 g/g de proteína, la cual no disuelve solutos ni se congela. También indica que un 10% del agua en la carne que puede ascender hasta 15% se encuentra en el tejido conectivo un 20% se encuentra asociada a las proteínas miofibrilares, dado que la mayor cantidad (10 g de agua/g de



proteína) se encuentra en el interior de las miofibrillas atrapadas en el retículo tridimensional de las mismas. Esta es el agua fijada al filamento, retenida en redes de cadenas polipeptídicas de esta estructura, propia del tejido muscular estriado.

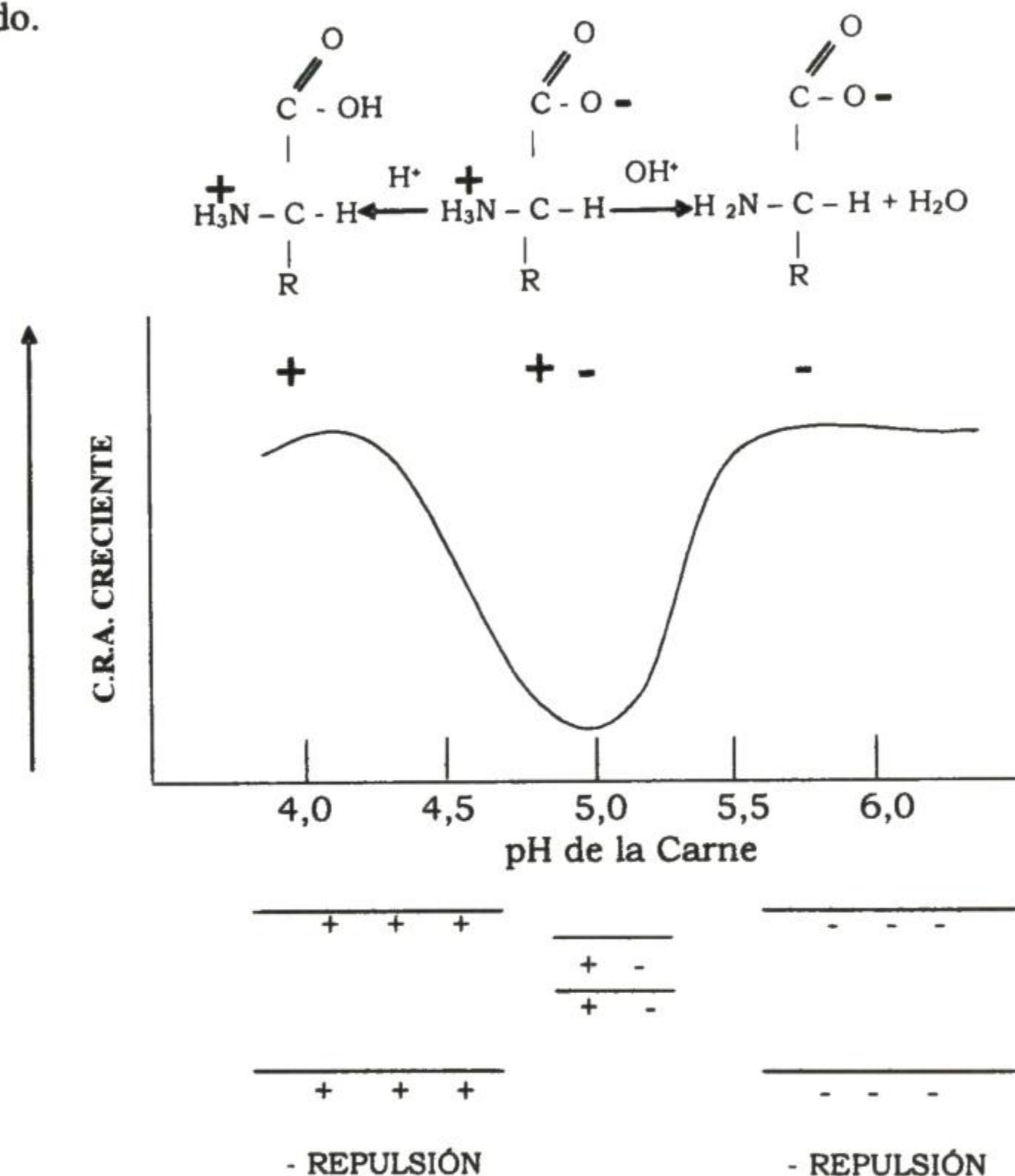


Figura 12. CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA (C.R.A) SEGÚN EL pH DE LA CARNE.

Fuente: Karlson (1967) y Price y Schwigert (1971)

### EFFECTO DE LA SAL Y LOS POLIFOSFATOS SOBRE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA. (C.R.A.)

Cuando se agrega sal a la carne disminuye el punto isoelectrico de las proteínas miofibrilares, si no está salada el P.I.E. está próximo a pH 5 pero cuando se agrega 2% de sal el P.I.E. baja a pH 4 esto es debido a una sobrecarga

(-) en las proteínas miofibrilares (Durand, 1984 y Ulrich, 1980).

Numerosas observaciones han demostrado que el Cloruro de Sodio aumenta la C.R.A. e hinchamiento de la carne cuando el pH se encuentra en el lado alcalino del punto isoelectrico. La razón es debida a que el ion cloro ( $\text{Cl}^-$ ) se une a los grupos cargados positivamente anulando prácticamente dichas cargas, generándose un predominio de cargas negativas con la respectiva repulsión y aparición de espacio entre proteínas. Esto ocurre parcialmente si el pH se encuentra en el punto isoelectrico de las proteínas, si el pH está por debajo del punto isoelectrico, el efecto será de neutralización de cargas positivas con un desplazamiento del punto isoelectrico hacia un pH más bajo (Price y Schweigert, 1971).

Al disociarse el Cloruro de Sodio en sus iones, el anión ( $\text{Cl}^-$ ) se fija fuertemente a las proteínas no ocurriendo así con el catión ( $\text{Na}^+$ ), lo cual se debe a que éste se encuentra hidratado (Durand, 1984).

Lo anterior se resume en la figura 13 la cual evidencia el comportamiento de la carne en relación a la C.R.A. cuando se aplica el 2% de sal para las condiciones de un pH de la carne por encima, igual y por debajo al P.I.E. de las proteínas miofibrilares.

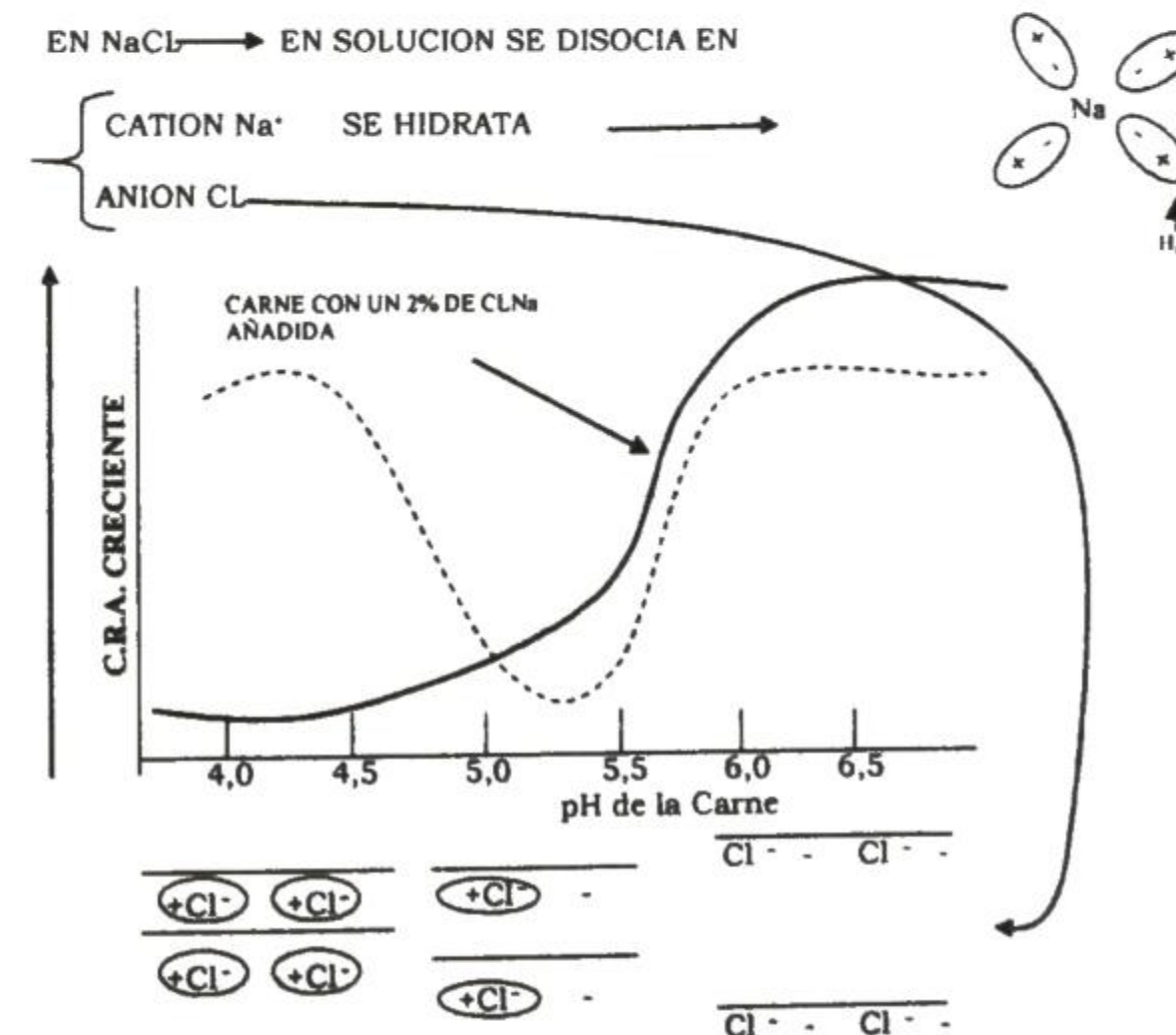


Figura 13. Capacidad de Retención del agua (C.R.A.) en la Carne cuando se le Agrega Sal ( $\text{NaCl}$ ).

Fuente: Price y Schweigert (1971) y Durand (1984)



En efecto, al disociarse el Cloruro de Sodio (NaCl) en sus iones ( $\text{Cl}^-$  y  $\text{Na}^+$ ) pueden ocurrir tres situaciones 1) Si el pH de la carne se encuentra por encima del P.I.E. de las proteínas y como ya éstas se encuentran cargadas negativamente éste ( $\text{Cl}^-$ ) provoca, al unirse a las proteínas un incremento de su negatividad y en consecuencia mayor repulsión entre los componentes proteicos; mayor espacio entre ellos y por lo tanto mayor C.R.A. 2) Si el pH de la carne se encuentra al nivel del P.I.E. de las proteínas y debido a que en este punto, éstas tienen iguales cargas (+ y -) el ion cloro ( $\text{Cl}^-$ ) neutraliza las cargas positivas (+) de las proteínas liberando así sus cargas negativas, apareciendo así una ligera repulsión entre éstas, aumentando el espacio entre ellas y provocando por tanto un ligero aumento en la C.R.A. y 3) Si el pH de la carne está por debajo del P.I.E. de las proteínas el ion cloro ( $\text{Cl}^-$ ) neutraliza las cargas positivas de las proteínas eliminando la repulsión que había entre éstas por efectos de las cargas positivas (+) que tenían y por tanto el espacio entre ellas para retener agua, pasando así, de una situación de alta C.R.A. a una muy baja C.R.A.

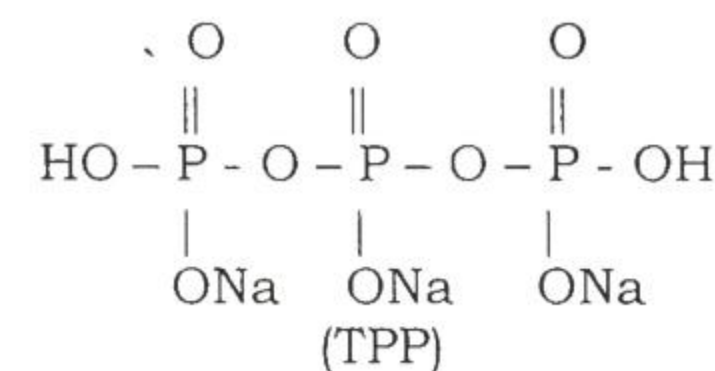
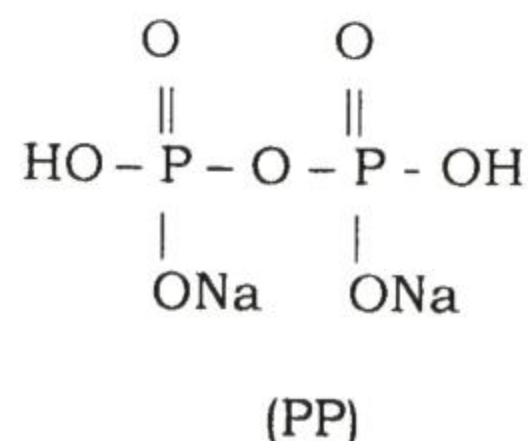
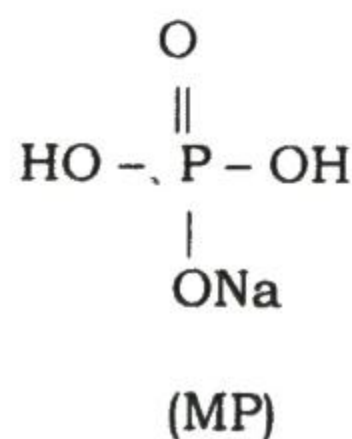
Para el caso del ion sodio ( $\text{Na}^+$ ) como se evidencia en la gráfica, se hidrata fuertemente, por lo cual no se adhiere (agrega) con las proteínas y no tiene efecto directo sobre éstas en su capacidad para retener agua.

Como ya se indicó anteriormente la carne que se utiliza en transformación normalmente tiene un pH con un valor por encima del P.I.E. de las proteínas por lo que la aplicación de sal se traducirá en un mejoramiento de su C.R.A.

## FOSFATOS

Comercialmente se puede encontrar para la industria de la carne como ortofósforo o monofósforo (MP) pirofósforo o polifósforo (PP) y tripolifósforo (TPP):

El mayor efecto sobre la C.R.A. lo tienen los polifósforos (PP) luego los TPP y finalmente los MP.



La influencia de los polifósforos sobre la carne está ligada a su acción complejante de los cationes de calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ). El tripolifósforo aunque más inestable es mejor complejante que el pirofósforo. Los polifósforos tienen una acción complementaria en la C.R.A. que tiene la sal en la carne. La sal interviene a través del anión cloro ( $\text{Cl}^-$ ) que se fija sobre las cargas positivas neutralizándolas y rompiendo los puentes electrostáticos que quedan. Es importante indicar esto, porque cuando los polifósforos llegaron al mercado europeo, como los médicos y los consumidores rechazaban el sodio, los fabricantes de productos cárnicos se propusieron reemplazar la sal por polifósforos; no lograron los resultados esperados porque para romper los puentes electrostáticos necesariamente tiene que haber sal en la carne. El agregado de polifósforos no es efectivo cuando el pH de la carne está en el punto isoelectrónico de las proteínas miofibrilares ya que tienen muchos puentes electrostáticos.

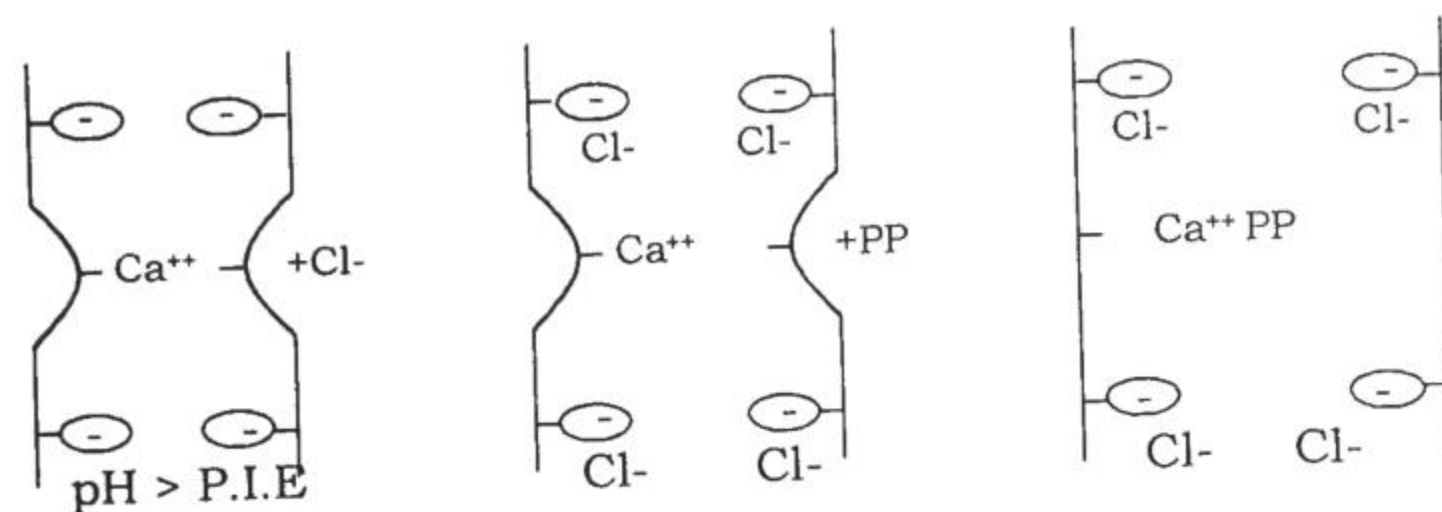
Para que los polifósforos puedan actuar el pH debe estar por encima de P.I.E. de las proteínas miofibrilares con estructura abierta y solamente cerrada por algunos cationes divalentes ( $\text{Ca}^{++}$ ) o bien se hayan comenzado a romper las uniones electrostáticas con sal (Durand, 1984).

Todo factor disociante de puentes iónicos o covalentes intercadena, facilitará la entrada de agua; así sucede con los polifósforos que complejan los iones  $\text{Ca}^{++}$  responsables de puentes iónicos intercadena (Burgeois y Le Roux, 1976).

Se recomienda aplicar el fosfato comercial en la concentración de 0,5% con relación al producto y en la práctica los fosforos deben disolverse primero o por separado pues presentan cierta dificultad de disolución.

Tomando como base, que la carne que llega a la industria para su procesamiento tiene un pH por encima del punto isoelectrónico de las proteínas miofibrilares, la acción de la sal a través del anión cloro ( $\text{Cl}^-$ ) y de los polifósforos (PP) se puede explicar de la siguiente manera:





Cuando el pH de la carne se encuentra por encima del punto isoelectrico de las proteínas miofibrilares éstas presentan un balance de cargas negativas en sus moléculas, esto determina que las proteínas respondan con una cierta repulsión entre ellas por sus cargas negativas presentando una cierta separación con cierta tendencia a la estructura abierta. Separación que es completa entre las cadenas de proteínas que no están afectadas por puentes iónicos pero incompleta en aquellos casos en que las cadenas proteicas se encuentran unidas por puentes iónicos con intervención de iones  $\text{Ca}^{++}$ . El resultado es una buena capacidad de retención de agua (C.R.A) cuando el pH de la carne está por encima del punto isoelectrico (P.I.E) de las proteínas.

Al agregar sal ( $\text{NaCl}$ ) el anión cloro ( $\text{Cl}^-$ ) de ésta se adhiere a las proteínas incrementando las cargas negativas, la repulsión y la separación de las cadenas no afectadas por puentes iónicos, en aquellas afectadas por puentes iónicos, se incrementa la tendencia a la separación, presentando una estructura abierta pero sin completar la separación, sin embargo el resultado es un incremento en la C.R.A al agregar  $\text{NaCl}$  a la carne con pH mayor que P.I.E.

Al agregar polifosfatos (PP) que son quelantes del  $\text{Ca}^{++}$  induciendo una disociación de los puentes iónicos intercadenas (proteicas) provocan una separación definitiva de las cadenas de proteínas afectadas por estos puentes iónicos incrementándose así el espacio entre ellas para incorporar y retener agua, lo cual se traduce en un incremento en la C.R.A que se suma a la que ya había sido inducida por el  $\text{Cl}^-$  de la sal agregada.

El efecto disociador de los puentes iónicos intercadena provocado por polifosfatos está favorecido por el  $\text{Cl}^-$  de la sal por haber inducido una estructura abierta en las proteínas que determina una condición favorable para la incorporación y acción quelante de los polisfosfatos.

De allí que se indique como necesaria la aplicación de la sal a la carne para

tener buenos resultados en un incremento de su C.R.A por acción de los polisfosfatos (PP).

## ÍNDICES DE IMPORTANCIA EN LA CARNE COMO MATERIA PRIMA PARA LA INDUSTRIA PROCESADORA DE CARNE

La carne en canal como materia prima para la industria procesadora de carnes es sometida a evaluación según indicadores físicos, químicos y microbiológicos que orientan al industrial sobre su rendimiento, calidad y comportamiento tecnológico que esa carne tendrá al ser utilizada en su transformación en productos elaborados.

Aún cuando todos son importantes bien desde el punto de vista económico o desde el punto de vista de la salud de los consumidores, el presente punto será orientado a tratar aquellos indicadores que afectan directamente el comportamiento de la carne en su respuesta a la tecnología que se aplica en su procesamiento.

Los aspectos microbiológicos serán tratados más adelante, y los aspectos de rendimiento económico no es el objeto de este libro.

Sin embargo y a título de ejemplo, se han desarrollado índices de rendimiento en carne de la canal como es el caso del índice bruto de carnosidad en canales de bovinos, el cual toma en consideración tanto la longitud como el peso de la canal para dar un índice que valora su rendimiento en carne (García y Monagas, 1974).

Con relación a los aspectos que afectan la respuesta tecnológica de la carne a los procesos prácticamente han sido cubiertos en los anteriores puntos del presente capítulo pero existen algunos aspectos de naturaleza especial que es necesario considerar en el presente punto y que son producto del manejo que se les da a los animales antes del sacrificio o de la susceptibilidad individual de los mismos al trato durante su manejo.

P.S.E ("Pale Soft Exudative") se corresponde con una carne pálida, blanda (suave) y exudativa y se manifiesta principalmente en cerdos.

Este tipo de carne se asocia con el síndrome de estrés.

En los animales vivos se pueden presentar situaciones en las cuales se liberan epinefrinas conocidas también como hormonas del estrés mediante las cuales se puede inducir la ruta anaeróbica de la degradación del glucógeno en el músculo con la consecuente producción de ácido láctico, pero como el animal está vivo, este ácido láctico va al torrente sanguíneo, al corazón donde puede



ser utilizado directamente como productor de energía o al hígado donde es transformado en glucógeno. Pero hay animales que acumulan exceso de ácido láctico en el músculo, las cantidades en ellos pueden ser muy grandes para poder ser neutralizadas por el hígado y el corazón sobreviniendo en ellos una situación de acidosis y puede ocurrir la muerte del animal. Esta situación se conoce como síndrome porcino del estrés (Forrest et al., 1975).

El síndrome porcino del estrés se puede observar en tres etapas: en una etapa inicial se observan temblores musculares e incoherencia en el movimiento. Luego puede presentarse marcada disnea, manchas blancas y rojas en la piel en forma irregular, aumento de la temperatura corporal, cianosis, desarrollando una condición de acidosis. La etapa final del estrés se revela como un colapso total, y puede sobrevenir la muerte al igual que si estuviera en estado de shock. Esta situación de estrés ha sido asociada en forma absoluta con la carne pálida blanda exudativa (Topel, 1972).

Aunque el PSE, fundamentalmente se ha observado en el cerdo, también se ha observado en bovinos, ovinos y aves. En la carne de animales con cierta susceptibilidad al estrés también pueden originarse carne oscura firme y seca (DFD) si los animales logran sobrevivir al estrés pero agotando sus reservas de glucógeno (Forrest et al., 1975).

D.F.D ("Dark Firm Dry") oscuro, firme y seco se presenta cuando el animal agota sus reservas de glucógeno en el músculo, pero al ser resistente al estrés remueve todo el ácido láctico del músculo o al ser susceptible y sobrevive al estrés y en cualquiera de los casos es sacrificado sin permitir que recupere sus reservas de glucógeno habiendo removido el ácido láctico del músculo, se presenta el DCB ("Dark Cutting Beef") corte oscuro de bovino (Price y Schweigert, 1971).

-pH en términos generales, se considera normal que la carne a las 24 horas tenga un pH menor de 5,8 pero mayor de 5,3.

Se considera que una carne con un pH<sub>1</sub>, (pH, 1 hora después del sacrificio) menor de 5,8 se traduce en una carne PSE y una carne con un pH<sub>24</sub> (pH a las 24 horas) igual o mayor de 6,4; se traduce en una carne DFD o DCB (Wirth et al. 1981).

Con base al conocimiento discutido en los puntos anteriores se puede analizar lo que ocurre en las carnes PSE y DFD o DCB.

Carne PSE. Como para el momento de la muerte del animal ya existe una acumulación de ácido láctico en el músculo el pH baja rápidamente (pH<sub>1</sub>, = 5,8

y el músculo continúa en su proceso de glucólisis anaeróbica agotando el glucógeno que pueda haber en reserva, consecuentemente aumenta el ácido láctico producto de la glucólisis. Esto puede llevar a que al final de la glucólisis el pH de la carne se acerca al P.I.E. de las proteínas miofibrilares.

Un pH muy bajo, puede traer dos consecuencias, neutralización de cargas en las proteínas con pérdida de la repulsión entre ellas y por tanto disminución en la C.R.A, también, puede causar una desnaturalización de las proteínas con pérdida de su funcionalidad y disminución de la C.R.A.

Toda esta situación se puede traducir en exudado (pérdida de agua) lo cual le da el carácter exudativo a ese tipo de carne.

La carne DFD o DCB como ya se indicó resulta de animales que gastan su reserva de glucógeno muscular, con remoción del ácido láctico del músculo, lo cual determina que para el momento del sacrificio del animal, el músculo no posee suficiente reserva muscular de glucógeno para que el proceso glucolítico (anaeróbico) genere suficiente ácido láctico, que permita el descenso del pH, por tal motivo éste permanece alto. Aún después de 24 horas del sacrificio (pH<sub>24</sub> = + 6,4). Esto trae como consecuencia que las proteínas miofibrilares se mantienen con un balance de cargas negativas (-) con repulsión entre ellas permitiendo espacio que incrementa la C.R.A y esto hace que la carne de este tipo aparezca oscura y seca.

Aún cuando las proteínas en este pH son estables, se ven más expuestas al deterioro microbiano pues este pH corresponde a un nivel favorable para el crecimiento bacteriano.



## CAPITULO II

### **BASES DEL COMPORTAMIENTO DE LA CARNE ANTE TRATAMIENTOS TECNOLÓGICOS DE UTILIDAD EN SU PROCESAMIENTO**

La carne como ingrediente y su manejo durante su almacenamiento agrupan una serie de aspectos de carácter intrínseco y extrínseco que determinan su adecuada respuesta a los tratamientos técnicos a que es sometida durante su transformación en productos elaborados.

En el presente capítulo serán tratados esos puntos de interés tecnológico en la industria procesadora de carnes:

### **COLOR DE LA CARNE SIN CURAR Y CURADA**

La carne fresca varía su color del rojo brillante (rosado carnosos) hasta el púrpura oscuro.

En el músculo la mioglobina está formando parte del 60 - 90 % del pigmento total que da color a la carne.

La hemoglobina es el pigmento de la sangre, pero la mayor parte de la sangre es drenada del músculo durante la sangría del animal.

La mioglobina es el pigmento muscular disuelto en el plasma celular (sarcoplasma). La mioglobina almacena oxígeno en las células musculares y lo rinde al sistema transferidor de electrones (S.T.E) para la producción ATP vía de fosforilación oxidativa.

Debido a la diferencia de función la mioglobina tiene mayor afinidad por el oxígeno que la hemoglobina. La toma rápida del oxígeno por la mioglobina se hace evidente cuando la carne se pone en contacto con el oxígeno del aire, lo cual resulta en una rápida toma de éste con aparición del color rojo brillante típico de la carne fresca.

La cantidad de mioglobina en los diferentes músculos varía con:

- Actividad muscular
- Especie animal
- Edad del animal
- Función del músculo

### **ACTIVIDAD MUSCULAR**

Los músculos que tienen una gran actividad tienden a poseer mayores



concentraciones de mioglobina. Por ejemplo el corazón que es el músculo más activo del cuerpo contiene mayores concentraciones de mioglobina debido a sus requerimientos de oxígeno.

### ESPECIE ANIMAL

Se encuentra mayores concentraciones de mioglobina en el bovino que en el cerdo y mayor en el cerdo que en las aves.

### EDAD DEL ANIMAL

Los músculos de animales jóvenes tienen menos mioglobina que los de animales viejos de la misma especie como ejemplo se tienen los siguientes valores en miligramos de mioglobina por gramo de carne (mg/g carne):

Becerro	2	mg de Mb/gramo de carne
Maute	4	"
Torete	8	"
Toro Viejo	18	"
Cerdo Joven	1-3	"
Cerdo Viejo	8-12	"

Wirth (1992) Reporta como promedio 300 a 400 mg de Mb/100g.

### FUNCIÓN:

El largo dorsal, músculo de postura de color, rojo claro. Extensor carpó-radial músculo de la locomoción, rojo oscuro.

### ESTRUCTURA QUÍMICA DE LA MIOGLOBINA (FIG.14)

La mioglobina tiene una fracción Hemo formada por un átomo de hierro y un gran anillo porfirínico, constituido por cuatro anillos pirrólicos heterocíclicos unidos entre sí por puentes -CH. Cuando la fracción hemo se une a la globina (fracción proteica) se forma la mioglobina o la hemoglobina. La diferencia fundamental entre la estructura de la mioglobina y la hemoglobina es que la mioglobina se compone de un solo grupo HEM (o hemo) por molécula mientras que la hemoglobina contiene cuatro grupos hemo por cada molécula.

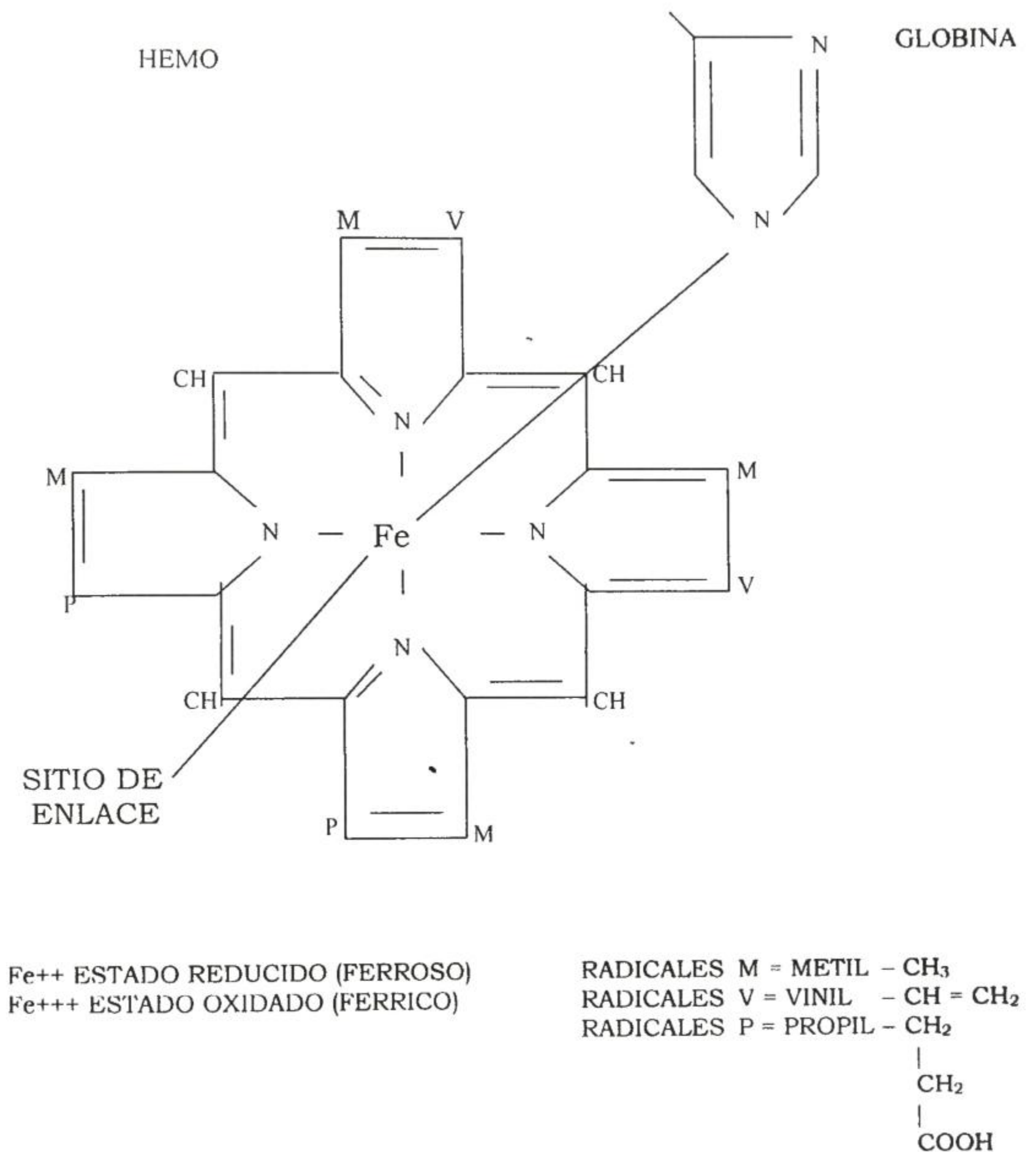


Figura 14. Estructura química de la Mioglobina (Mb)

De tal manera que los pesos moleculares aproximados serán de 17.000 para la mioglobina y 64.000 para la hemoglobina (Kramlich et al., 1973).

Según Möhler (1982) la mioglobina es una protoporfirina en la que cuatro núcleos pirrólicos forman una molécula cíclica mediante puentes -CH y entre los núcleos pirrólicos y el hierro, existen esquemáticamente dos uniones atómicas sencillas y dos semi-polares. Pero en realidad los cuatro anillos



pirrólicos tienen igual participación en la fijación del hierro por lo que resulta una molécula al extremo simétrica.

El hierro independientemente de su estado iónico, participa como un complejo dotado de seis ligandos, cuatro de los cuales sirven como posiciones de coordinación para su fijación del núcleo porfirínico. Mediante el quinto punto se une el Hemo a la proteína y el sexto punto sirve para reacciones de unión con otras moléculas o iones según el caso (Möhler, 1982; Cheftel y Cheftel, 1980).

Los radicales M, V, P (metil, vinil propilo) se encuentran unidos al anillo porfirínico alrededor del átomo de hierro.

El enlace de la Mb se realiza con moléculas en uniones covalentes o con iones en uniones iónicas, dependiendo del estado en que se encuentre el hierro. Si el hierro se encuentra en estado reducido o ferroso ( $\text{Fe}^{++}$ ) las uniones serán covalentes con moléculas, pero si el hierro se encuentra en estado oxidado o férrico ( $\text{Fe}^{+++}$ ) las uniones serán iónicas con iones. Dependiendo del estado del hierro (reducido u oxidado), del tipo de unión (covalente o iónica) y de la molécula o ion unido resultan los diferentes pigmentos de la carne.

En la carne fresca se puede observar tres pigmentos o manifestaciones del pigmento de la carne. Si el hierro se encuentra en estado ferroso ( $\text{Fe}^{++}$ ) en la parte interna de la carne se observa la mioglobina (Mb) unida a una molécula de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) por unión covalente y se manifiesta de un color púrpura. En la superficie donde la presión parcial del oxígeno es alta, la molécula de agua es desplazada por la molécula de oxígeno ( $\text{O}_2$ ) convirtiéndose en oximioglobina (Oxi-Mb) con el oxígeno unido en forma covalente y aparece de color rojo brillante. Pero si el hierro pasa al estado férrico ( $\text{Fe}^{+++}$ ) el ion oxhidrilo ( $-\text{OH}$ ) toma posición del sitio de enlace en forma iónica y aparece el pigmento de color marrón-gris y se llama metamioglobina (Meta-Mb). Sin embargo estas tres formas de la mioglobina de la carne fresca son interconvertibles o reversibles dependiendo de la capacidad reductora de la carne y de la presión parcial del oxígeno del aire a que es expuesta la carne (Kramlich et al., 1973).

### ACTIVIDAD REDUCTORA DE LA CARNE

La oxidación de substratos, particularmente glucosa por acción de enzimas trae una constante disponibilidad de coenzimas con capacidad reductora entre las cuales cabe destacar el NAD (Nicotin Amida Dinucleótido) que interviene manteniendo el hierro del pigmento en estado reducido. Por eso en un trozo de carne fresca, el color rojo brillante de la oximioglobina, es observado en la superficie donde existe plenitud de suplenia de oxígeno y

coenzimas reductoras.

En el interior de la carne la mioglobina se encuentra en estado reducido, conservando su típico color púrpura. Hasta el momento en que los substratos oxidables estén presentes, en el músculo, el grupo hemo del pigmento permanece en estado reducido, pero a partir de su terminación y que hallan sido totalmente usados, el poder reductor de la carne se pierde y el hierro del grupo hemo del pigmento es oxidado, apareciendo el color marrón-gris de la metamioglobina (Price y Schweigert, 1971).

### APLICACIÓN DE NITRITO A LA CARNE EN EL PROCESO DE CURADO

Según Möhler (1982) cuando se agrega en un sistema modelo 150 p.p.m de nitritos a la carne se presenta el siguiente balance de transformaciones sufridas por el nitrito de sodio en contacto con la carne de bovino y de cerdo:

Bovino	Cerdo	
16%	3%	de nitritos que oxidan a nitratos.
12%	3%	óxido nítrico ligado a la mioglobina
17%	27%	se liga a la proteína
1%	1%	se consume en reacciones secundarias, formación de gas.
54%	66%	nitrito sin utilizar (Nitrito residual)

Morales y García (2001) indican que se podría utilizar concentraciones de 50 mg/Kg. De nitrito sin afectar significativamente el color de curado para el jamón de cerdo.

La mioglobina óxido Nítrico (nitrosomiocromo) también se forma en la carne por calentamiento sin agregar ningún otro agente reductor. Es un hecho que la actividad de enzimas y coenzimas reductoras es eliminada por motivo de su desnaturalización causada por el calor. Sin embargo ocurren cambios de transformación proteica con activación de los grupos sulfidrilos ( $-\text{SH}$ ) y formación de puentes disulfuro ( $-\text{S}-\text{S}-$ ).

El siguiente mecanismo explica la formación de nitrosomiocromo (Mb-NO) a partir de metamioglobina-nitrito (MetaMb- $\text{NO}_2$ ). A través de reacciones



intermoléculares la MetaMb-NO<sub>2</sub> es transformada (reducida) a Mb-NO donde las reacciones de los grupos sulfhídricos (-SH) actúan como donadores de electrones (agentes reductores). Este efecto estaría relacionado con reacciones del siguiente tipo 2-SH  $\rightarrow$  (-S-S-) + 2H<sup>+</sup> (Möhler, 1973).

Eliminando las reacciones secundarias se puede explicar el proceso de desarrollo de color de curado con relativa sencillez, dándose así a conocer el proceso bioquímico de la reacción del pigmento. Lo primero que se formaría por la unión del nitrito con la oximioglobina es que ésta se oxida en el curso posterior hasta convertirse en metamioglobina. Lo que ocurre es que el ion nitrito (-NO<sub>2</sub>) o el ácido nitroso (HONO) oxida el hierro (Fe<sup>++</sup>  $\rightarrow$  Fe<sup>+++</sup>) de la mioglobina pasando ésta a metamioglobina y con ello el ion nitrito (-NO<sub>2</sub>) o el ácido nitroso (HONO) se reduce a óxido nítrico (NO), el cual es inmediatamente oxidado por el oxígeno para convertirse en ion nitrato (-NO<sub>3</sub>). La conversión de metamioglobina en mioglobina óxido nítrico (Nitrosomioglobina), exige en el sistema bioquímico como mínimo la participación de dos sistemas enzimáticos. El primer sistema bajo la acción catalítica, del ferrocitocromo participa en la reducción del ion nitrito a óxido nítrico que se fijará a la metamioglobina. El ácido nicotínico- adenín- dinucleótido hidrogenado (NADH) proporciona, retornando a NAD, el efecto de reducción necesario. En el segundo proceso actúa también el NADH como producto reductor, participando un sistema de deshidrogenasas en el circuito. El único responsable de los fenómenos de reducción es por consiguiente, el NADH que desarrolla su acción con ayuda de enzimas y sustancias transformadoras como citocromos. Las condiciones y límites de esta serie de reacciones son de difícil reconocimiento. Para evitar la acción de microorganismos el sistema debe mantenerse a una temperatura en la que resulte fuertemente inhibido, el crecimiento de gérmenes (temperatura en torno a 50°C). Así mismo, junto con una superficie de concentración de NAD/NADH, en el músculo debe haber dos enzimas precisos para el proceso (Möhler, 1982).

✱ En la figura 15 se resumen en una forma concreta y simplificada las rutas que pueden seguir las reacciones que ocurren entre los nitritos que se agregan y el pigmento de la carne (Mioglobina) dependiendo que el sistema sea sometido a condiciones de refrigeración o a calentamiento (temperaturas de cocinado).

Al agregar el nitrito a la carne, lo primero que ocurre es una reacción de la oximioglobina (Mb-O<sub>2</sub>) de color rojo brillante, con el nitrito (-NO<sub>2</sub>) agregado, donde la mioglobina (Mb) es oxidada a metamioglobina (Metamb), de color marrón - grisáceo, y el nitrito es reducido a óxido nítrico (NO) y éste oxidado por el O<sub>2</sub> del aire a nitrato (-NO<sub>3</sub>). Pero como en el medio quedan presentes

iones nitrito (-NO<sub>2</sub>) éstos reaccionan con la metamioglobina (unión iónica), la cual pasa a metamioglobina nitrito (MetaMb NO<sub>2</sub>) de color marrón grisáceo.

Si a este nivel el sistema se coloca en refrigeración y la carne mantiene poder reductor es decir que posee substratos oxidables (especialmente glucosa) entran en juego las enzimas correspondientes oxidando los substratos disponibles (glucosa) y manteniendo la actividad de coenzimas reductoras como es el caso del NADH el cual proporciona retornando a NAD, el efecto reductor necesario para que la metamioglobina- nitrito (MetaMb-NO<sub>2</sub>) sea reducida a nitrosomioglobina (Mb-NO) de color rojo claro (color de curado poco estable). Este es un proceso lento y progresivo que requiere de varios días. Si luego el sistema se somete a temperaturas altas (encima de 60 °C), la nitrosomioglobina pasa a nitrosomiocromo (Mb - NO) de color rojo claro (estable) y el típico color curado (ver figura 16).

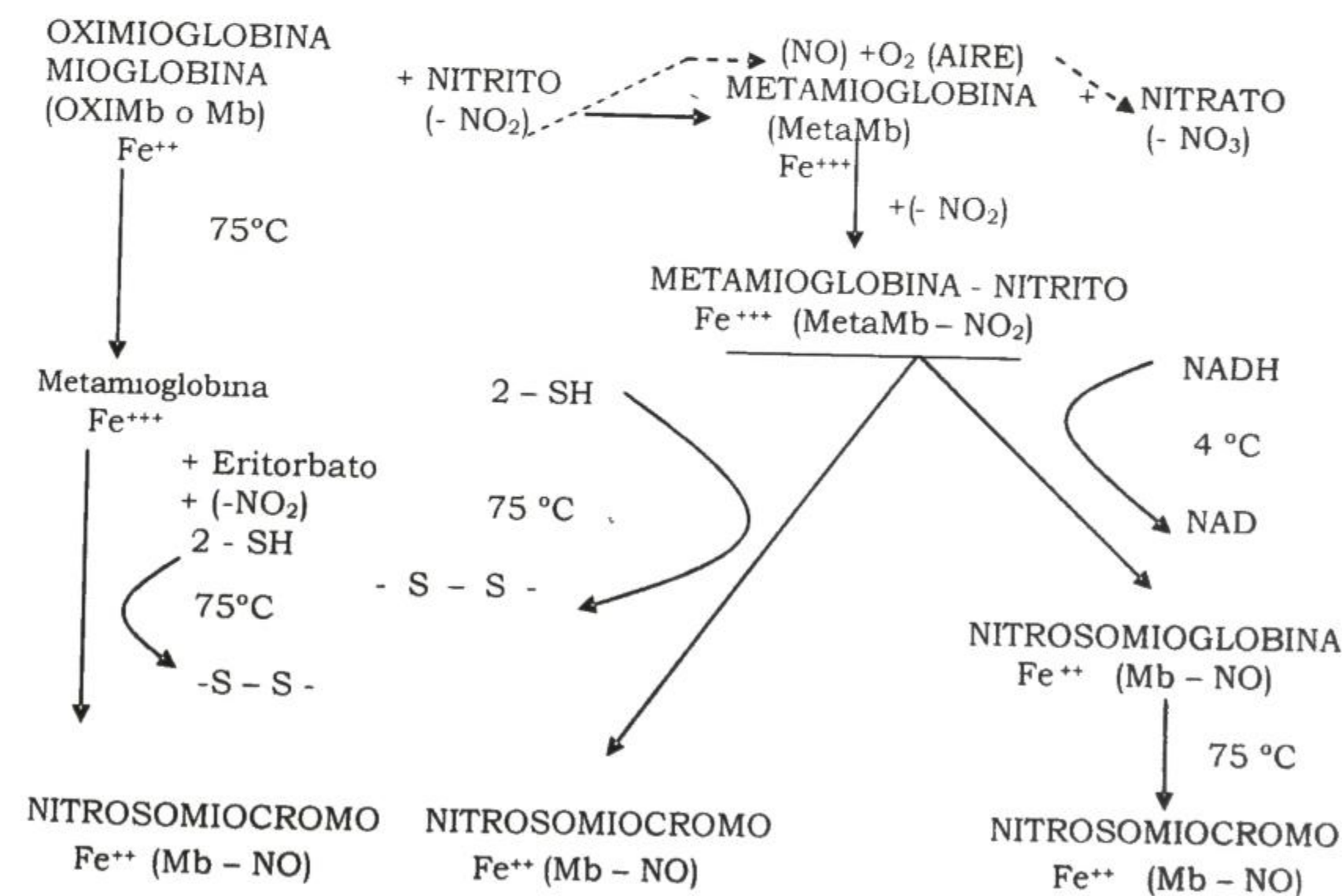


Figura 15. Desarrollo y Estabilización del Color de Curado.  
FUENTE: Möhler (1982)



intermoléculares la MetaMb-NO<sub>2</sub> es transformada (reducida) a Mb-NO donde las reacciones de los grupos sulfhídricos (-SH) actúan como donadores de electrones (agentes reductores). Este efecto estaría relacionado con reacciones del siguiente tipo  $2\text{-SH} \rightarrow (-\text{S}-\text{S}-) + 2\text{H}^+$  (Möhler, 1973).

Eliminando las reacciones secundarias se puede explicar el proceso de desarrollo de color de curado con relativa sencillez, dándose así a conocer el proceso bioquímico de la reacción del pigmento. Lo primero que se formaría por la unión del nitrito con la oximioglobina es que ésta se oxida en el curso posterior hasta convertirse en metamioglobina. Lo que ocurre es que el ion nitrito (-NO<sub>2</sub>) o el ácido nitroso (HONO) oxida el hierro ( $\text{Fe}^{++} \rightarrow \text{Fe}^{+++}$ ) de la mioglobina pasando ésta a metamioglobina y con ello el ion nitrito (-NO<sub>2</sub>) o el ácido nitroso (HONO) se reduce a óxido nítrico (NO), el cual es inmediatamente oxidado por el oxígeno para convertirse en ion nitrato (-NO<sub>3</sub>). La conversión de metamioglobina en mioglobina óxido nítrico (Nitrosomioglobina), exige en el sistema bioquímico como mínimo la participación de dos sistemas enzimáticos. El primer sistema bajo la acción catalítica, del ferrocitocromo participa en la reducción del ion nitrito a óxido nítrico que se fijará a la metamioglobina. El ácido nicotínico-adenín-dinucleótido hidrogenado (NADH) proporciona, retornando a NAD, el efecto de reducción necesario. En el segundo proceso actúa también el NADH como producto reductor, participando un sistema de deshidrogenasas en el circuito. El único responsable de los fenómenos de reducción es por consiguiente, el NADH que desarrolla su acción con ayuda de enzimas y sustancias transformadoras como citocromos. Las condiciones y límites de esta serie de reacciones son de difícil reconocimiento. Para evitar la acción de microorganismos el sistema debe mantenerse a una temperatura en la que resulte fuertemente inhibido, el crecimiento de gérmenes (temperatura en torno a 50°C). Así mismo, junto con una superficie de concentración de NAD/NADH, en el músculo debe haber dos enzimas precisos para el proceso (Möhler, 1982).

En la figura 15 se resumen en una forma concreta y simplificada las rutas que pueden seguir las reacciones que ocurren entre los nitritos que se agregan y el pigmento de la carne (Mioglobina) dependiendo que el sistema sea sometido a condiciones de refrigeración o a calentamiento (temperaturas de cocinado).

Al agregar el nitrito a la carne, lo primero que ocurre es una reacción de la oximioglobina (Mb-O<sub>2</sub>) de color rojo brillante, con el nitrito (-NO<sub>2</sub>) agregado, donde la mioglobina (Mb) es oxidada a metamioglobina (Metamb), de color marrón - grisáceo, y el nitrito es reducido a óxido nítrico (NO) y éste oxidado por el O<sub>2</sub> del aire a nitrato (-NO<sub>3</sub>). Pero como en el medio quedan presentes

iones nitrito (-NO<sub>2</sub>) éstos reaccionan con la metamioglobina (unión iónica), la cual pasa a metamioglobina nitrito (MetaMb NO<sub>2</sub>) de color marrón grisáceo.

Si a este nivel el sistema se coloca en refrigeración y la carne mantiene poder reductor es decir que posee substratos oxidables (especialmente glucosa) entran en juego las enzimas correspondientes oxidando los substratos disponibles (glucosa) y manteniendo la actividad de coenzimas reductoras como es el caso del NADH el cual proporciona retornando a NAD, el efecto reductor necesario para que la metamioglobina- nitrito (MetaMb-NO<sub>2</sub>) sea reducida a nitrosomioglobina (Mb-NO) de color rojo claro (color de curado poco estable). Este es un proceso lento y progresivo que requiere de varios días. Si luego el sistema se somete a temperaturas altas (encima de 60 °C), la nitrosomioglobina pasa a nitrosomiocromo (Mb - NO) de color rojo claro (estable) y el típico color curado (ver figura 16).

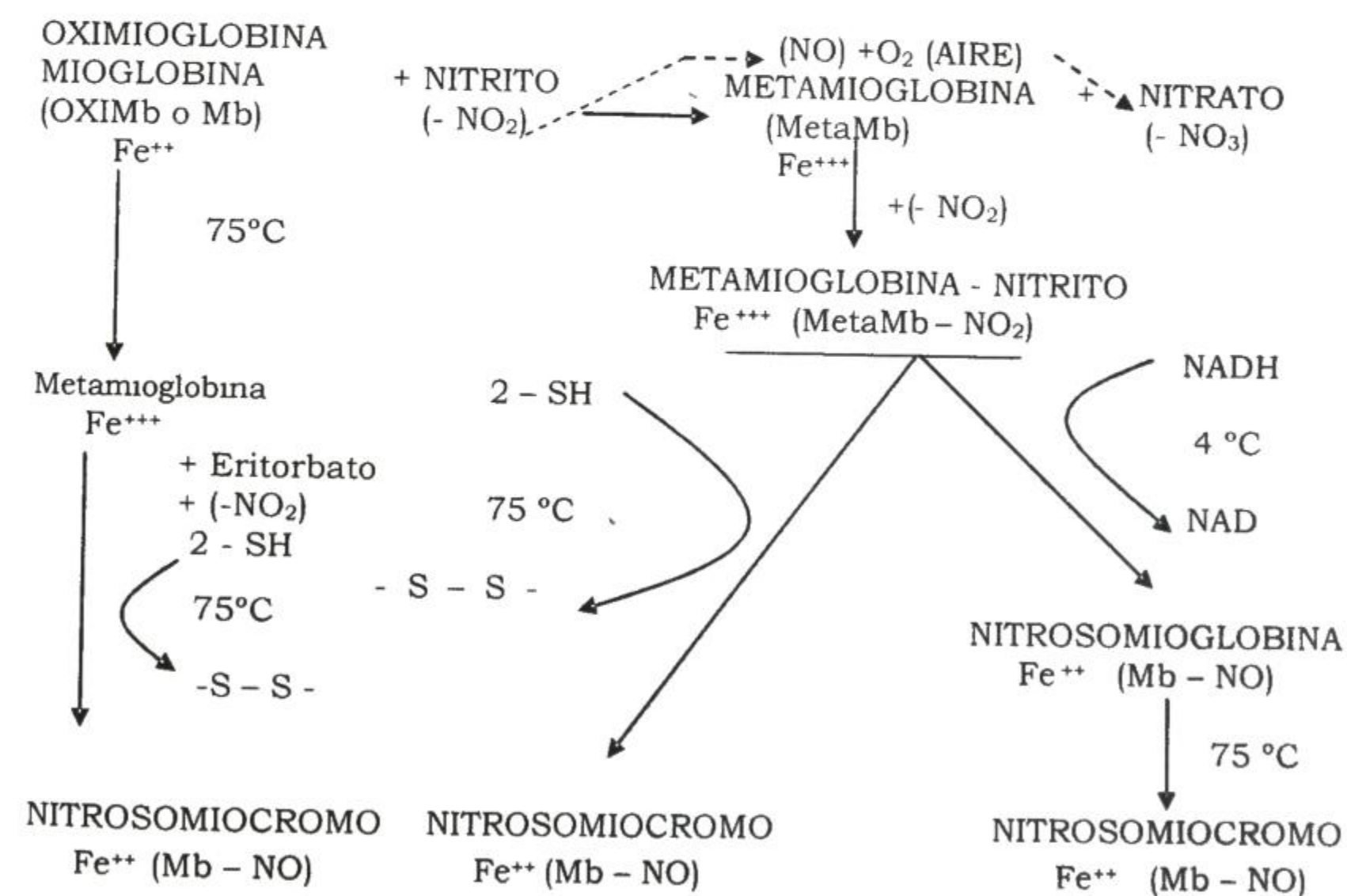


Figura 15. Desarrollo y Estabilización del Color de Curado.  
FUENTE: Möhler (1982)



## RUTAS EN EL DESARROLLO DEL COLOR DE CURADO

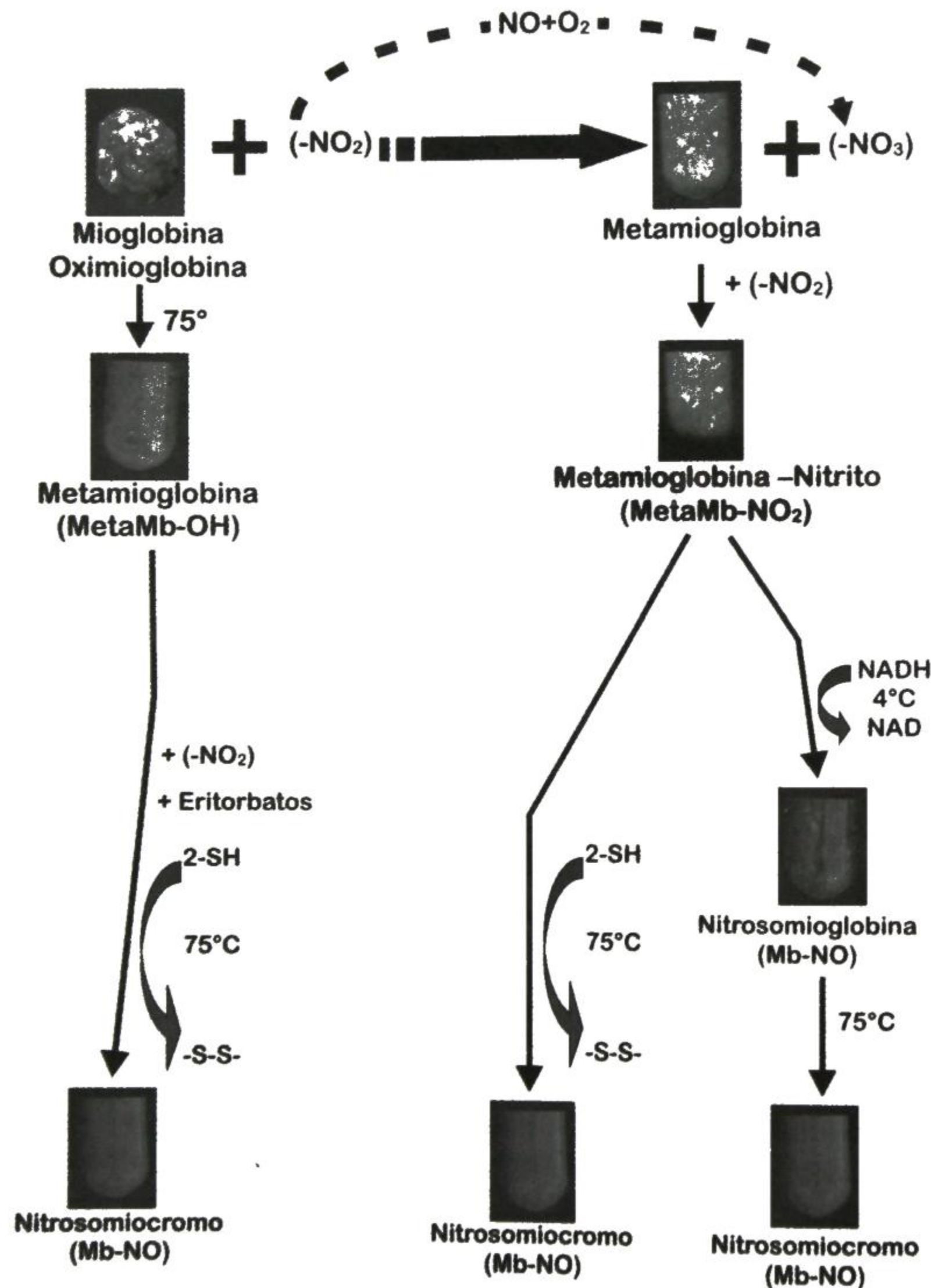


Figura 16. Desarrollo de color de curado

Si por el contrario el sistema no se somete a refrigeración sino que directamente va a temperaturas de cocinado (750C). El sistema enzimático (enzimas y coenzimas) es inactivado por su desnaturalización debida a la temperatura alta. Pero por otra parte ocurre por la acción térmica un despliegue de las cadenas proteicas (peptídicas) de las proteínas con exposición y activación de grupos sulfidriilo (-SH) los cuales al reaccionar generan uniones del tipo disulfuro (-SS-) ejerciendo simultáneamente un efecto reductor que determina la reducción de la metamioglobina- nitrito (Metamb-NO<sub>2</sub>) a nitrosomiocromo (Mb-NO), pues este pigmento se está desarrollando a temperaturas altas, coagulando la globina de la mioglobina y esto determina el color rojo claro (color de curado estable).

Luque y García (2001) Utilizaron la hemoglobina (sangre de cerdo) en un embutido tipo bologna elaborado a partir de carne (pulpa) de cachama, para suplir la deficiencia del pigmento mioglobina que esta especie tiene en su carne obtuvieron respuestas adecuadas de color de curado indicativo de que la hemoglobina de la sangre del cerdo reaccionó con los nitritos agregados en la fórmula y siguiendo una de las rutas en el desarrollo de color de curado se obtuvo la respuesta del pigmento típico del curado (nitrosil- hemocromo). Igual respuesta fue reportada por Moreno y García (2000) en salchichas elaboradas a partir de carne (pulpa) de cachama y gel de soya pero utilizando sangre de bovino (hemoglobina) para suplir la deficiencia de mioglobina de la pulpa de cachama y gel de soya. Similar respuesta fue obtenida por Tinedo y García (2000) en salchichas elaboradas con carne pulpa de pescado San Pedro, utilizando sangre de bovino para suplir deficiencias del pigmento mioglobina.

Cuando la mioglobina u oximioglobina sin aditivos son sometidas a temperatura de cocinado de carne (80°C) en la cual la globina es desnaturalizada por el calor, el pigmento se llama hemocromo (miocromo) que es un pigmento muy inestable de transición entre la mioglobina u oximioglobina y la metamioglobina, en este pigmento la oxidación del hierro en el pase del estado ferroso (Fe++) al férrico (Fe+++) es rápida (Cheftel et al., 1989), por tal motivo en la carne cocida aparece rápidamente un color marrón típico de este tipo de carne cuyo pigmento se puede calificar como metamioglobina desnaturalizada. Al final después del cocinado todo el pigmento de la carne aparecerá como metamioglobina desnaturalizada de color marrón típico de carne cocida. Si a este pigmento, se agrega eritorbato y nitritos y se calienta nuevamente (75°C) se reactiva el efecto reductor de los grupos sulfhidrilos (2 - SH) que se suman al efecto reductor de los eritorbato lo que se traduce en una reducción de la metamioglobina y los nitritos agregados dando origen al nitrosomiocromo (Mb - NO).



## APLICACIÓN DE ÁCIDO ASCÓRBICO, ERITORBATO DE SODIO O ASCORBATO DE SODIO.

En el proceso de desarrollo de color de curado tiene especial importancia el ácido ascórbico, éste reacciona con la metamioglobina lo cual determina el paso de esta forma de pigmento (oxidada) a mioglobina (forma reducida). También reacciona con la nitrosometamioglobina (metamioglobina - nitrito) que por reducción pasa a nitroso-mioglobina que finalmente genera el nitrosomiocromogeno (nitrosomiocromo), que es el típico pigmento estable del curado. El ácido ascórbico igualmente puede reaccionar con el oxígeno formando ácido deshidroascorbico y proteger así la mioglobina, de modo que el ácido ascórbico tiene dos efectos sobre la mioglobina: por una parte impide su oxidación y por otra parte produce la reducción de metamioglobina a mioglobina (Durand, 1984).

Según Smith et al. (1975), el ascorbato de sodio, eritorbato de sodio, al igual que el ácido ascórbico, aceleran el desarrollo del color curado por dos vías, reduciendo la metamioglobina a mioglobina que es la forma del pigmento que reacciona con el óxido nítrico (NO) y acelerando la reducción del ácido nitroso (HONO) a óxido nítrico (NO).

Igualmente Lawrie (1974), indica que la incorporación de ácido ascórbico a la salmuera de curado, acelera la reducción de la metamioglobina y la conversión de nitrito en óxido nítrico (NO).

La reacción del ácido ascórbico con el nitrito cursa con relativa rapidez, sobrepasando las necesidades de óxido nítrico (NO) requerido para la formación del pigmento de curado, pasando este exceso a nitrato como consecuencia de su oxidación causada por el oxígeno presente. El ácido ascórbico reacciona con el exceso de nitritos para formar nitratos con los que mengua el nitrito residual (Möhler, 1982); para que los nitratos sean reducidos a nitritos es necesario la presencia de microorganismos específicos (Möhler, 1973).

A este nivel se puede indicar que al tener una carne cocida color marrón (metamioglobina desnaturalizada) y agregarle un agente reductor (ácido ascórbico, ascorbato o eritorbato de sodio), agregarle nitrito y someterla nuevamente a temperatura de cocinado (75-800C) se puede revertir el pigmento en nitrosomioglobina y por ocurrir a altas temperaturas, éste pasa automáticamente a nitrosomiocromo color rosado claro estabilizado; típico de la carne curada. Lo que ha ocurrido es una reacción del nitrito ( $-\text{NO}_2$ ) con la metamioglobina y a su vez una reducción rápida de la metamioglobina a mioglobina y del nitrito ( $-\text{NO}_2$ ), a óxido nítrico (NO) favorecida por la acción

del agente reductor agregado y a la activación reductora de los grupos sulfhídricos, ( $-\text{SH}$ ) al calentar el sistema con formación de grupos ( $-\text{S-S}-$ ), dando como resultado final el nitrosomiocromo (Mb-NO). (Ver figura 16)

## APLICACIÓN DE NITRATOS A LA CARNE EN PROCESO DE CURADO

Cuando se agregan nitratos ( $-\text{NO}_3$ ) cursa la reacción de curado propia de productos fermentados. Esto ocurre en productos madurados elaborados a partir de la carne. Para que se inicie esta reacción es necesaria la presencia de bacterias nitroreductoras (*Micrococcus aurantiacus*) las cuales producen enzimas nitroreductoras que reducen los nitratos ( $-\text{NO}_3$ ) a nitritos ( $-\text{NO}_2$ ). A este nivel intervienen agentes acidificantes como son las bacterias homofermentativas (*Pediococcus cerevisiae*, *Lactobacillus plantarum*) quienes a partir de los hidratos de carbono (azúcar) producen ácido láctico. en este medio ácido, que también se puede producir agregando glucono delta lactona (G.D.L.) los nitritos ( $\text{NaNO}_2$ ) son convertidos en ácido nitroso (HONO), el cual es reducido por agentes reductores (ácido ascórbico, ascorbato, eritorbato o NADH) hasta óxido nítrico (NO). Por otra parte los mismos agentes reductores mantienen la mioglobina en estado reducido ( $\text{Fe}^{++}$ ) lo que favorece la reacción de ésta (Mb) con el óxido nítrico (NO) para formar la nitrosomioglobina (Mb-NO). Si el producto después de madurado (fermentado) se cocina, la nitrosomioglobina es fijada por el calor a nitrosomiocromo. Esto también puede ocurrir por una marcada desecación con pH bajo.

## FORMAS IMPORTANTES DEL PIGMENTO MIOGLOBINA Y DEL CURADO PARA LA INDUSTRIA

### EN CARNE FRESCA

- Estado reducido ( $\text{Fe}^{++}$ ) Ferroso: Une moléculas.

.- Pigmento: Mioglobina (Mb)

.- Color: púrpura

.- Tipo de Enlace: Covalente.

.- Molécula unida:  $\text{H}_2\text{O}$

.- Pigmento: Oximioglobina (Oxi-Mb)

.- Color: rojo brillante

.- Tipo de Enlace: Covalente.

.- Molécula unida:  $\text{O}_2$



**EN CARNE COCIDA**

- Estado oxidado (Fe<sup>+++</sup>) ferrico une iones.
- .- Pigmento: Metamioglobina (MetaMb).
- .- Color: Marrón gris.
- .- Tipo de enlace: iónico.
- .- Ión unido: -OH.

**EN CARNE CURADA**

- Estado reducido (Fe<sup>++</sup>) Ferroso: Une moléculas
- .- Pigmento: Nitrosomioglobina (Mb - NO)
- .- Color: Rojo claro (inestable).
- .- Tipo de enlace: Covalente
- .- Molécula unida: NO

- .- Pigmento: Nitrosmiocromo (Mb - NO)
- .- Color: Rojo claro (estable).
- .- Tipo de enlace: Covalente
- .- Molécula Unida: NO

- Estado Oxidado (Fe<sup>+++</sup>) Ferrico: une iones
- .- Pigmento: Metamioglobina Nitrito (MetaMb - NO<sub>2</sub>)
- .- Color: Marrón - gris
- .- Union: Ionica
- .- Ion Unido: -NO<sub>2</sub>

**DESARROLLO DE NITROSAMINAS**

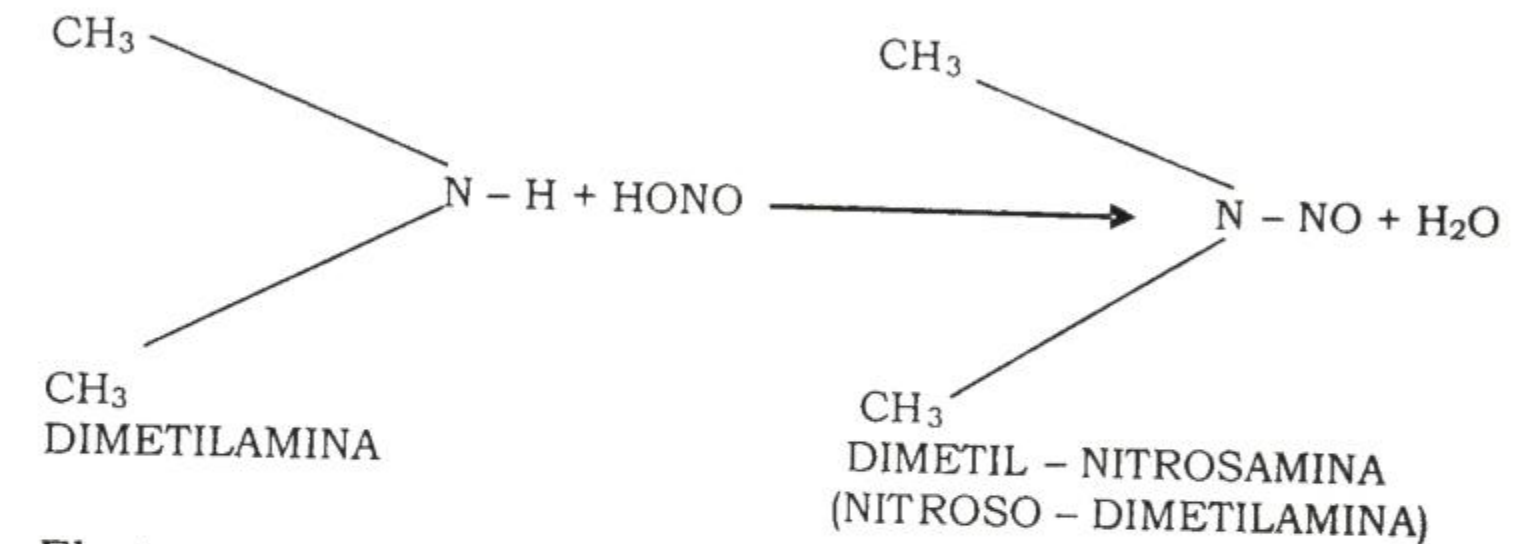
Las nitrosaminas resultan de la combinación de aminas secundarias terciarias con el ácido nitroso (HONO) o también de la reacción de la prolina con el HONO.

El mecanismo mediante el cual pueden formarse las nitrosaminas es siguiente:

Durante el proceso de digestión de las proteínas se producen aminas primarias, secundarias y terciarias en el estómago del consumidor. (Varnam Sutherland, 1998).

Al ingerir carnes curadas es posible consumir HONO o nitritos (-NO<sub>2</sub>) en exceso y en condiciones de pH del estómago (pH 2,0-2,5) a partir de los nitritos (-NO<sub>2</sub>) se puede producir ácido nitroso (HONO) por las condiciones de acidez propias del medio. En estas condiciones es posible que se formen nitrosaminas. Con especial importancia se indica la nitrosodimetilamina o dimetilnitrosamina, la cual ha sido señalada como carcinogénica.

Esta nitrosamina se genera según la siguiente reacción:



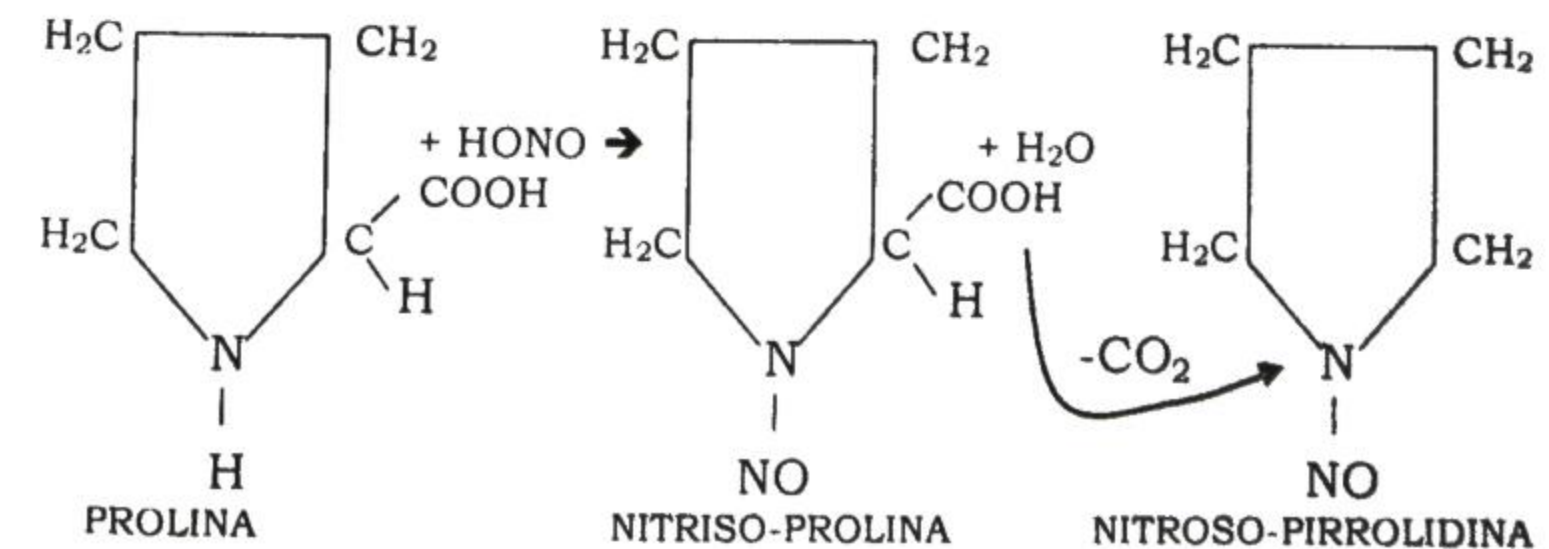
El otro caso se presenta en los productos curados que son sometidos a temperaturas muy altas (176 °C).

Los productos cárnicos poseen tejido conectivo y por tanto colágeno en su constitución.

Al ser calentado a temperaturas muy altas y por largo tiempo se pueden producir prolina e hidroxiprolina, (aminoácidos que son aminas secundarias) como consecuencia de la degradación proteica (colágeno).

La prolina puede reaccionar con el ácido nitroso y generar nitrosoprolina mas una molécula de agua, luego la nitrosoprolina al perder una molécula de anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), se transforma en nitrosopirrolidina que también ha sido señalada como cancerígena.

Esta nitrosamina se genera según la siguiente reacción:





## PREVENCIÓN DEL DESARROLLO DE NITROSAMINAS

Se han realizado importantes estudios en relación a la prevención del desarrollo de nitrosaminas. En tal sentido la administración conjunta de ácido ascórbico y aminos o amidas en animales evitó los efectos hepatotóxicos, teratogénicos y carcinogénicos que se podían esperar de la nitrosamina o nitrosamida sintetizada "in vitro". Se aplicó distintas concentraciones de ascorbato y diversos antioxidantes en un sistema modelo que simulaba las condiciones a que se expone el "bacón" (la tocineta) al freírlo. En términos generales las nitrosaminas disminuyeron hasta alcanzar el valor cero a medida que se incrementa concentración de ascorbato desde 0 hasta 500 mg/Kg, pero se observó un aumento a concentraciones más elevadas (Lawrie, 1974).

El ácido ascórbico inhibe la síntesis de nitrosamina carcinogénica. La cuantía en que se sintetizan las nitrosaminas en el estómago humano depende de la cantidad de sustancias inhibidoras que también ingresan constantemente en la alimentación. El ácido ascórbico es capaz de inhibir por completo la síntesis de nitrosaminas cuando se encuentra en cantidad suficiente con lo cual disminuye el problema del aporte de nitrito. Se recomienda en la práctica agregar 500 mg de ácido ascórbico o 570 mg de ascorbato por kilogramo de producto cárnico. El ácido eritórbito o isoascorbico tiene la unidad funcional importante para la acción reductora idéntica a la del ácido ascórbico. En la capacidad de reacción existe por consiguiente coincidencia con el ácido ascórbico y las normas para el empleo del ácido ascórbico son aplicables también para el ácido eritórbito (Möhler, 1982).

Según Preussman (1973), está claro que el ácido ascórbico previene la formación de nitrosaminas pero no tiene ningún efecto sobre nitrosaminas previamente formadas. Esto induce a que debe utilizarse el agente reductor (ácido ascórbico, ascorbato o eritorbato) en la formulación inicial de los productos curados para poder prevenir la formación de nitrosaminas.

De lo explicado anteriormente se desprende que el ácido ascórbico o sus sales (ascorbato y eritorbato de sodio) se hacen indispensables en la formulación de productos cárnicos curados pues favorecen el desarrollo del color (acción reductora sobre la MetaMb) y reducen los nitritos ( $-NO_2$ ) y el HONO para producir óxido nítrico (NO) lo que previene el desarrollo de nitrosaminas pues el  $NO$ , no reacciona con las aminos para formar nitrosaminas, puede perderse como gas, puede reaccionar con el oxígeno ( $O_2$ ) del aire y formar nitratos ( $-NO_3$ ) que tampoco reaccionan con las aminos o puede reaccionar con la mioglobina y formar nitrosomioglobina (Mb-NO), pigmento del curado. De esta manera, el ácido ascórbico o los eritorbato protegen al

consumidor tanto a nivel de producto, como nivel de freído del producto, como también a nivel del estómago del consumidor.

## MICROBIOLOGÍA DE INTERÉS EN LA INDUSTRIA DE LA CARNE

La microbiología y su efecto sobre la tecnología en el procesamiento de la carne es extensa, pues interviene una gama muy amplia de agentes donde juegan papel fundamental las bacterias, pero también son muy importantes las levaduras, hongos (mohos) y parásitos.

## OBJETIVOS DE LA MICROBIOLOGÍA EN LA INDUSTRIA DE LA CARNE

- 1) Prevenir contaminación: evitar o disminuir la contaminación bacteriana fúngica y descartar parásitos.
- 2) Inhibición o destrucción de las bacterias que pudieran haber contaminado la carne, control de hongos y destrucción de parásitos.
- 3) Establecer un control microbiológico efectivo.
- 4) Proteger la salud del consumidor y vida útil del producto.

## ESTRATEGIAS PARA LOGAR EL OBJETIVO 1

Para lograr este objetivo se establece la inspección e higiene a nivel del matadero industrial: inspección ante-mortem, en los animales vivos (antes del sacrificio); esto permite descartar animales enfermos, portadores de microorganismos patógenos, la inspección post-mortem permite el control de canales y subproductos de animales beneficiados e identificar agentes indeseables en la carne. El beneficio higiénico y la manipulación higiénica de la carne y productos cárnicos permiten evitar o disminuir la contaminación de agentes microbianos en la carne.

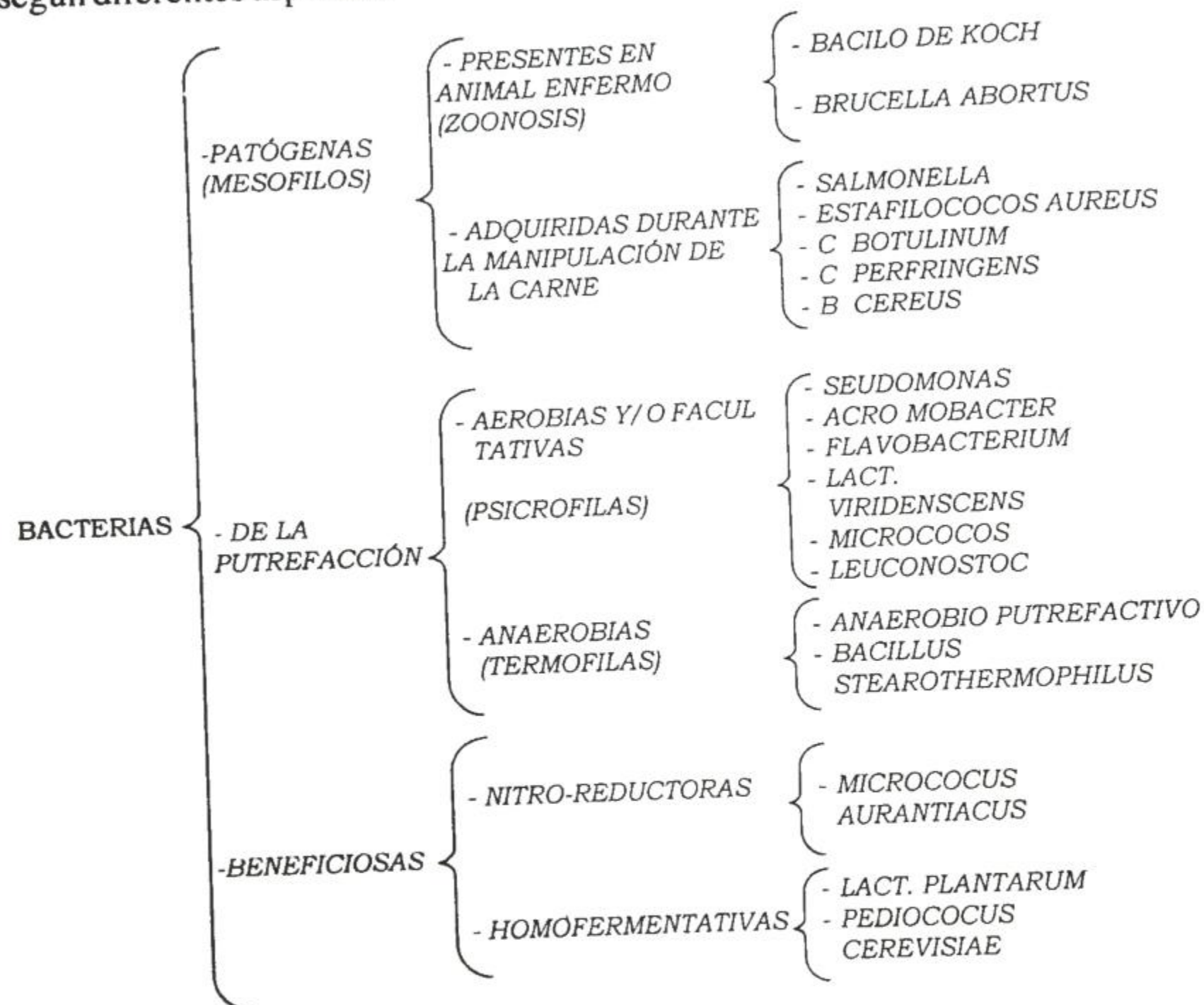
## ESTRATEGIAS PARA LOGRAR EL OBJETIVO 2

Para lograr este objetivo se requiere en primer lugar conocimientos sobre bacterias para poderlas controlar: conocimiento sobre bacterias (clasificación), conocimiento sobre el crecimiento bacteriano: fisión binaria, tiempo de generación y curva de crecimiento bacteriano y conocimientos sobre los factores de crecimiento bacteriano: nutrientes, temperatura, oxígeno, pH,  $a_w$  y presión osmótica.



## BACTERIAS (CLASIFICACIÓN)

El esquema 1 agrupa las bacterias de interés en la industria de la carne según diferentes aspectos:



ESQUEMA 1. Bacterias de interés en la Industria de la carne según diferentes aspectos.

## BACTERIAS PATÓGENAS

Son aquellas que causan enfermedad al consumidor del alimento (cárnico) contaminado con este tipo de bacterias. Generalmente el alimento no tiene ninguna manifestación evidente que indique al consumidor la presencia del agente patógeno.

En este grupo se encuentran tanto las bacterias que habiendo causado la enfermedad al animal también puede causar enfermedad al humano que consume sus productos o sea que se presentan como zoonosis. En este caso tenemos el *Bacilo de koch* que causa la tuberculosis y la *Brucella abortus* que

causa la Brucelosis.

También se encuentran las bacterias que contaminan la carne durante su manipulación como es el caso de la *Salmonella*, *Stafilococo aureus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens* y *Bacillus cereus* que igualmente causan enfermedad al consumidor.

En este grupo se deben diferenciar tres formas de actuar: las que causan infección, las que causan toxo- infección y las que causan intoxicación.

Entre las que causan infección están aquellas que generan la enfermedad por acción directa y se multiplican dentro del organismo al cual enferman, en este caso están el *Bacilo de koch* que causa Tuberculosis y la *Brucella abortus* que causa Brucelosis.

Los que causan toxo-infección infectan al organismo es decir lo penetran y se multiplican en él, pero también le causan intoxicación por toxinas que producen. En este caso está la *Salmonella* la cual infecta el intestino y otros órganos como el bazo, hígado y vesícula biliar, también produce una endotoxina que causa irritación de la mucosa intestinal y presenta un periodo de incubación entre 7 y 72 horas.

Entre las bacterias que producen intoxicación alimentaria se tienen el *Clostridium botulinum* y el *Estafilococo aureus*:

### \* El *Clostridium botulinum*:

Son bacilos grampositivos, esporulados y estrictamente anaeróbico cuyo hábitat natural es la tierra pero puede encontrarse en el agua de los ríos y el fondo de los océanos. La bacteria esporula en condiciones adversas pero en condiciones favorables se multiplica y produce una toxina (exotoxina). Según Nickerson y Sinskey (1978), es una de las sustancias más tóxicas conocidas por el hombre. Realizando cálculos, se toma como base la dosis letal para el hombre, la requerida para matar tantos ratones como corresponderían para completar el peso de un hombre. Menos de 0,2 µg de toxina serían suficientes para matar a un hombre de 90 kg.

Las toxinas (neurotoxinas) producidas por diversas cepas de *C. botulinum* poseen similares efectos farmacológicos pero atendiendo a su especificidad serológica se agrupan en ocho tipos. El hombre es el más sensible al botulismo originado por los tipos A, B, E y F.

Según lo reportado por Nickerson y Sinskey (1978) la toxina botulínica también afecta los nervios periféricos del sistema autónomo. Al parecer lo que ocurre es que la toxina evita la formación de un compuesto (simpatina), que es



preciso para la síntesis de la acetilcolina disponible para estimular la función nerviosa y activar el sistema muscular autónomo o involuntario. Cesa en el acto la actividad de los pulmones, corazón, vasos sanguíneos (dilatación y contracción) y otros órganos, cuya función está regulada por la musculatura autónoma.

### ***Estafilococo aureus:***

Son cocos de forma esférica u ovoide, son facultativos pero crecen mejor en presencia de oxígeno. Las vías respiratorias superiores del hombre constituyen un reservorio de *E. aureus* especialmente la nariz y garganta. Es el mismo responsable de las infecciones purulentas, abscesos y furúnculos. Estas bacterias crecen en los alimentos donde vierten una toxina (enterotoxina) la cual intoxica al hombre.

Se ha calculado que se requiere entre 1 a 4 µg de toxina Estafilocócica para que aparezcan los signos de intoxicación y esta cantidad la pueden producir las bacterias en los alimentos pues el *E. aureus* puede crecer en grandes cantidades en los alimentos sin producir cambios en el olor, sabor o aspecto físico, de tal modo que el consumidor no detecta signos sospechosos en el alimento (Nickerson y Sinskey, 1978).

Según lo reportado por Cecil y Loeb (1959) citados por Nickerson y Sinskey (1978) los síntomas de la intoxicación estafilocócica son náuseas, vómitos, dolores abdominales, postración y diarrea. Aunque los síntomas finales pueden agudizarse, generalmente duran pocas horas y en casos raros, algunos días. En general los pacientes se recuperan sin complicaciones, el periodo de incubación, después de la ingestión de la toxina es de 1 a 7 horas, normalmente 3 a 6.

### ***Clostridium perfringens***

El *Clostridium perfringens* es un microorganismo de forma bacilar grampositivo esporulado e inmóvil. Es un anaeróbico estricto y normalmente se encuentra en el suelo, agua e incluso en el contenido intestinal del hombre y de los animales (Hobbs, 1969 citado por Nickerson y Sinskey, 1978).

La carne se contamina de *Clostridium perfringens* a través de heces del hombre, de algunos animales del suelo o del agua.

El *Clostridium perfringens* se encuentra con frecuencia en la canal de bovinos recién sacrificados y se ha aislado de carne conservada en frigoríficos. También se encuentra con frecuencia en canales de ovinos (Noskova, 1978).

Se cree que la enfermedad es una infección transmitida por los alimentos debido al crecimiento del *Clostridium perfringens*. Esta afección se ha considerado como una infección alimentaria debido a que, filtrados estériles de elementos nutritivos, en los que había crecido el *Clostridium perfringens* no causaban la enfermedad, mientras que sí ocurría cuando humanos voluntarios ingerían cultivos de microorganismos aislados de brotes de la enfermedad (Dack, 1966, citado por Nickerson y Sinskey, 1978).

Los síntomas de la enfermedad se manifiestan como dolores abdominales agudos, diarreas y náuseas, pero son raros los vómitos y tiene un periodo de incubación de 8-22 horas. Se presenta como una enfermedad de corta duración y que generalmente no es fatal.

Como medio de control se deben mantener los alimentos en temperaturas por debajo de 4,5°C o por encima de 65,5°C (Nickerson y Sinskey, 1978).

### ***Bacillus cereus:***

Es una bacteria de forma bacilar, esporulado, ampliamente distribuida en el suelo y el agua.

El principal interés en el *Bacillus cereus* radica en que es un potencial productor de una intoxicación semejante en síntomas y periodos de incubación a la determinada por el *Clostridium perfringens* y el principal factor responsable en su crecimiento, es la refrigeración inadecuada de alimentos protéicos con alto contenido de humedad. Produce intoxicación, solo cuando se encuentra en gran número (106 o más por gramo).

## **BACTERIAS DE LA PUTREFACCIÓN**

Son aquellas que causan deterioro del alimento (cárnico) y que generalmente no causan problemas de salud al consumidor porque su acción de deterioro sobre el alimento produce cambios de color, olor, sabor que determina el rechazo por parte del consumidor.

En este grupo se encuentran las bacterias aeróbicas que causan alteraciones ordinarias (putrefacción) como las *Seudomonas* y *Acromobacter* y/o las facultativas responsables del enverdecimiento superficial y central, de lo cual se ha responsabilizado al *Lactobacillus viridescens* (Nickerson y Sinskey, 1978). Estas bacterias corresponden a bacterias psicrófilas y están asociadas a productos frescos y/o cocidos (pasteurizados).

También son importantes las bacterias de la putrefacción, anaeróbicas, termófilas como el *Anaerobio putrefactivo* y *Bacillus stearothermophilus* los



cuales tienen la facultad de esporular haciéndose termoresistentes por lo cual se relacionan con productos esterilizados (enlatados).

Las bacterias nitroreductoras y fermentativas (beneficiosas) relacionadas con los procesos industriales de los productos madurados fermentados, serán tratadas más adelante en los procesos de esos productos.

### CRECIMIENTO DE LAS POBLACIONES BACTERIANAS

Se deben considerar dos conceptos relacionados con el crecimiento de poblaciones bacterianas:

- 1.- Fisión binaria que corresponde a la división de la célula (bacteria) en dos células hijas y es su forma de reproducción.
- 2.- Tiempo de generación es el tiempo requerido por una célula (bacteria) para dividirse en dos células hijas o dos células para dividirse en cuatro. En condiciones óptimas el tiempo de generación bacterial es de 20 a 30 minutos.
3. Según Price y Schweigert (1971) el crecimiento bacteriano puede describirse mediante el ciclo de crecimiento de cuatro fases y según la figura 17, la primera fase de crecimiento es la fase de latencia durante la cual las bacterias crecen de tamaño e incrementa la actividad de sistemas enzimáticos pero es escaso, si es que aumenta el número de células. Después de la fase de latencia las células (bacterias) comienzan a dividirse por simple división binaria, denominándose a esta parte del ciclo, fase de crecimiento logarítmico; durante ella las células continúan creciendo y dividiéndose a velocidad constante.

La fase de crecimiento logarítmico termina de una forma gradual y las células (bacterias) entran en una fase estacionaria. En esta fase el número de células permanece constante debido a la falta de división celular o a que se establece un equilibrio entre la velocidad de división y la velocidad de muerte.

Luego viene la fase de declinación o muerte debida al agotamiento de nutrientes esenciales y/o a la acumulación de sub-productos metabólicos ácidos.

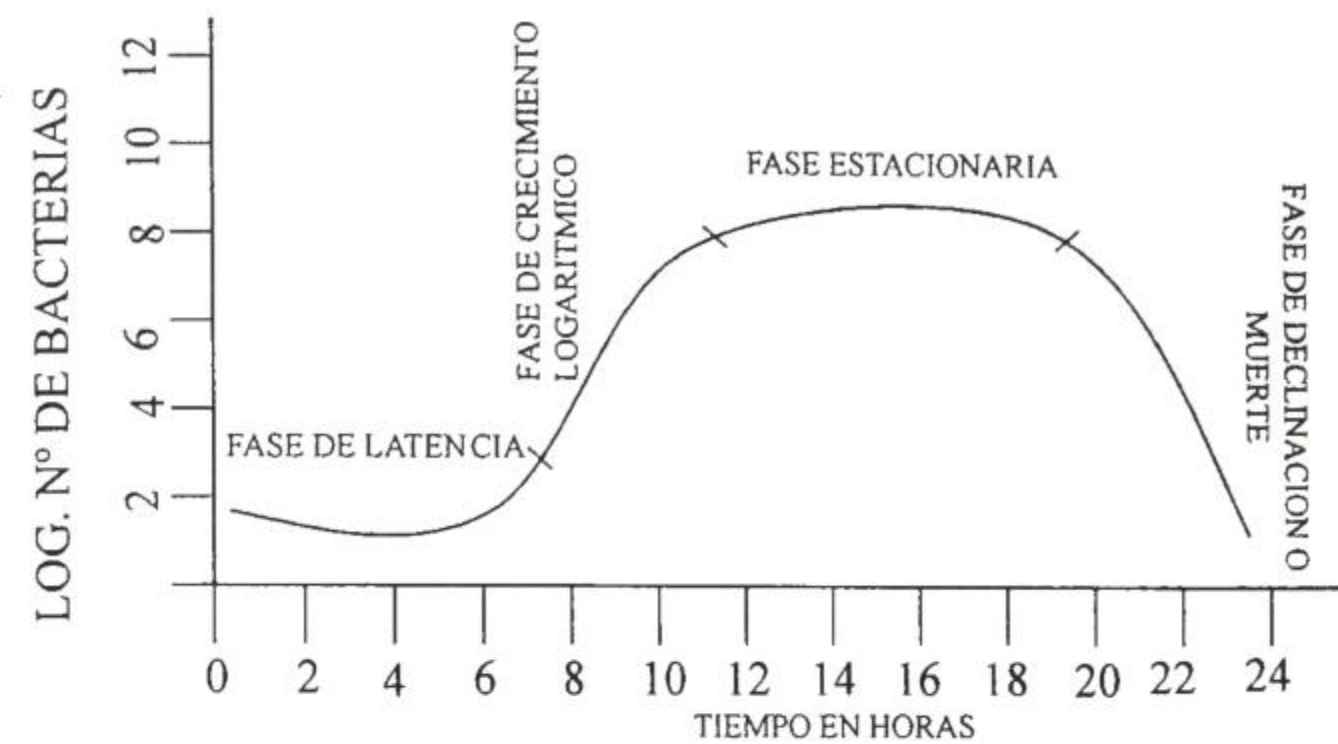


Figura 17. Curva de Crecimiento bacteriano.

FUENTE: Noskova (1978), Price y Schweigert (1971)

### FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE EL CRECIMIENTO DE LAS BACTERIAS

#### 1.- Requerimientos Nutricionales:

La carne contiene agua, proteínas, minerales, vitaminas, carbohidratos, etc; de tal manera que la carne es un medio apto para el crecimiento microbiano.

#### 2.- Temperatura:

En relación al comportamiento del crecimiento bacteriano de acuerdo a la temperatura se clasifican en psicrófilas, mesófilas y termófilas.

##### • Psicrófilas:

Pueden crecer a bajas temperaturas inclusive por debajo de 0 °C.

Rango óptimo de crecimiento 20 - 30 °C

Temperatura óptima de crecimiento 25 °C

Las bacterias comunes de la putrefacción (en deterioro de productos perecederos como carne fresca) pertenecen a este grupo ejemplo *Seudomonas* s.p.

##### • Mesófilas:

Rango óptimo de crecimiento 35 - 40 °C

Temperatura óptima de crecimiento 37 °C

Pueden crecer a temperaturas de 10 °C o ligeramente menores por encima de 0 °C.



La mayoría de las bacterias patógenas pertenecen a este grupo (ejemplo: *Clostridium botulinum*, *Estafilococos aureus*, *Salmonella*)

• **Termofilas:**

Crecen en un rango de 45 - 60 °C.

Las bacterias de la putrefacción importantes en productos enlatados, que tienen la facultad de esporular y ser anaerobios, pertenecen a este grupo (ejemplo *Anaerobio putrefactivo* y *Bacillus steaerothermophilus*).

### 3.- Requerimientos de oxígeno:

Según lo reportado por Cheftel y Cheftel (1980), la capacidad más o menos oxidante o reductora de un medio, cuya medida es el potencial de óxido-reducción, tiene una función muy importante en la proliferación de microorganismos; algunos microorganismos sólo se desarrollan en medios oxidantes o en presencia del aire, mientras que otras por el contrario, exigen medios reductores y solo proliferan en ausencia del aire. Desde Pasteur, se distinguen así gérmenes aerobios y anaerobios y este carácter es un elemento importante para la clasificación de microorganismos.

Los potenciales de oxido-reducción dependen principalmente de los caracteres bioquímicos de los alimentos.

Entre los Aerobios se encuentran: *Seudomonas*, *Acromobacter* y *Flavobacterium*.

Entre los Anaerobios se encuentra el *Clostridium botulinum*.

Algunos pueden crecer en medios aerobios o anaerobios y se denominan facultativos. Ejemplo *Estafilococo aureus*, *Lactobacillus viridescens*, *Micrococos Leuoconostoc*.

### 4. pH

La mayoría de las bacterias crecen a un pH óptimo para su crecimiento que está próximo a la neutralidad (pH 7) y valores de pH que oscilan en el rango 5-8, pero existen bacterias que pueden crecer fuera de ese rango. Muchas bacterias presentan una fase de latencia más prolongada y un mayor tiempo de generación a pH más bajo (Price y Schweigert, 1971).

### 5. Actividad de agua ( $a_w$ )

El valor  $a_w$  es un índice del agua "libre" presente en el alimento. Por agua libre se entiende la cantidad de agua de que disponen los microorganismos para

sus actividades vitales. Cuanto mayor es la cuantía de sustancias disueltas en el agua, menor es la actividad hídrica ( $a_w$ ), menor también la cantidad de agua libre y más difíciles las condiciones que encuentran la mayoría de los microorganismos para sus actividades (Frey, 1985).

$$A = \frac{\text{H.R.E (Humedad relativa de equilibrio)\%}}{100\%}$$

Ejemplo H.R.E. 99 % entonces se sustituye en la fórmula

$$a_w = \frac{99\%}{100\%} = 0,99$$

Según Price y Schweigert (1971), la actividad de agua óptima para el crecimiento de la mayoría de las bacterias se encuentra dentro del rango 0,995 - 0,990. La velocidad de crecimiento bacterial disminuye para valores de  $A_w$  por debajo del rango indicado. Pero la actividad de agua mínima a la cual pueden crecer las bacterias varía ampliamente de una especie a otra. Así se ha señalado que la  $a_w$  mínima para las *Salmonellas* es aproximadamente 0,94, mientras que para el *Estafilococo* es de aproximadamente 0,86.

Escobar y García (2000) obtuvieron un valor de  $a_w = 0,96499$  para un producto emulsionado, cocido y ahumado, elaborado a partir de pulpa de cachama (*Colossoma macropomum*) para una concentración de sal de 2,4% como la mayoría de los productos cárnicos cocidos están alrededor de 2% de sal, en términos generales, reportan valores de  $A_w$  favorables para el crecimiento microbiano.

### 6- Presión osmótica.

La presión osmótica debe ser igual externa e interna de las bacterias. Al haber un exceso de sal en el medio externo de la bacteria se produce una severa deshidratación conocida como plasmólisis.

### RESISTENCIA DE LAS TOXINAS BACTERIANAS.

Según Price y Shweigert (1971), la toxina estafilocócica es termo-estable pues, refiere que puede resistir hasta 60 minutos en ebullición y se requiere una temperatura de 121 °C durante 30 minutos para su inactivación. En cambio la toxina botulínica es termolábil siendo destruida por calentamiento a 85°C



durante 15 minutos.

### ESTABLECIMIENTO DE CONTROL BACTERIANO EFECTIVO (OBJETIVO 3)

Tal como lo reporta Cheftel y Cheftel (1980), en un animal sano, el músculo, la sangre en circulación, así como otros tejidos utilizados en el consumo humano, no contiene ningún (o prácticamente ningún) microorganismo. Pero desde el sacrificio las posibilidades de contaminación son numerosas y variadas.

En efecto, resulta, especialmente importante el conocimiento de diferentes tipos de microorganismos, el comportamiento del crecimiento de los microorganismos y los factores que afectan el crecimiento de las poblaciones bacterianas. De este conocimiento depende el efectivo control de las bacterias que infectan las carnes y sus productos y la salud de los consumidores.

Desde el punto de vista tecnológico, el control de crecimiento de microorganismos está orientado hacia la prolongación en el tiempo de la fase de latencia de los microorganismos que pudieran estar presentes en la carne evitando así el rápido y acelerado establecimiento de la fase de crecimiento logarítmico, alargando así, la vida útil de la carne y productos cárnicos.

Este control se logra a través de uno, o combinación de varios de los factores de crecimiento bacteriano señalados anteriormente, indicando los siguientes como los más importantes para la industria de la carne:

#### 1- TEMPERATURA:

Se puede señalar como el factor más importante de control bacteriano en la industria de la carne, la cual lo aprovecha bajo diferentes modalidades así se tiene:

- Temperaturas bajas: refrigeración y congelación según el caso.
- Temperaturas altas: pasteurización, escaldado o cocinado, para estados vegetativas y esterilización, para estados esporulados.
- A modo de orientación general en los tratamientos térmicos que permiten control microbiológico en la industria de la carne, se establece la Figura 18 que resume el comportamiento bacterial ante diferentes tratamientos térmicos. Pero se debe considerar que existen bacterias que tienen comportamientos específicos, que se salen de los indicados en el gráfico correspondiente.

#### 2. EL OXÍGENO:

El oxígeno determina un efecto sobre el potencial de óxido-reducción, el cual según Cheftel y Cheftel (1980) es fuertemente positivo en la superficie de la carne expuesta al contacto del aire, siendo bastante elevado aún en el interior del músculo en el momento del sacrificio; pero enseguida el potencial baja en el interior del músculo, a medida que disminuye la cantidad de oxígeno disponible y alcanza con la rigidez cadavérica (rigor-mortis), valores bastantes bajos, permitiendo así el desarrollo de anaerobios estrictos.



Figura 18. Comportamiento bacteriano ante tratamientos térmicos.  
FUENTE: Thompson (1975) y McCdy (1963) CITADO POR Forrest et al. (1975)



Se debe indicar, que si la carne permaneciera a temperaturas en el rango de 25 - 40 °C, en su interior, tomaría preponderancia la flora anaerobia estricta de los *Clostridium*: primero el *C. Perfringens* que ataca a los glúcidos y produce gases, la carne se haría blanda y esponjosa, sin ser, aun maloliente. La formación de compuestos tales como el sulfuro de hidrógeno, mercaptanos, indol, amoníaco, etc., solo surgirían, después de la proliferación de *Clostridium sporogenes*, *C. bifermentans*, *C. histolyticum* a los cuales les abre el camino el *C. Perfringens*, pero habiendo bajado antes el potencial de oxido-reducción. Estas especies, fuertemente proteolíticas, también originarían diversas aminas: Putrescina y cadaverina. Este proceso, es el que ocurre en la carne de un animal que muere y permanece hasta su descomposición en condiciones de temperatura ambiental, no ocurre así en la carne que sufre alteraciones bajo condiciones de manejo refrigerado donde, es la flora sicrotrófila la responsable de su deterioro.

Resulta importante destacar a este nivel, que para el desarrollo de los *Clostridium* además de un potencial de oxido-reducción bajo, también se requiere una temperatura relativamente elevada. Por tanto bajando la temperatura de la carne antes de la bajada del potencial de oxido-reducción, se evita su crecimiento y acción putrefactiva.

La refrigeración en la manipulación de la carne es normal desde hace varios años es por eso que los bacteriólogos, según lo reportado por Cheftel y Cheftel (1980), han dirigido su atención sobre las condiciones de temperaturas ligeramente superiores a 0 °C. A temperatura baja los *Clostridium* no se desarrollan y es la flora de superficie la que domina. Si las condiciones de almacenamiento son tales que la superficie se deseca, son entonces los mohos los que se van a desarrollar; aparecen entonces puntos negros de *Cladosporium herbarum*, puntos blancos de *Sporotrichum canis*, zonas verdes de *penicillium*, manchitas grises de *Tamnidium chaetocladioides*; éstas dan a la carne olores y sabores anormales y contribuyen a la oxidación de los lípidos.

Por el contrario, cuando la superficie de la carne permanece húmeda y en aerobiosis son las *Seudomonas*, *Acromobacter* y *flavobacterium* los que predominan pero si se crea anaerobiosis pueden seguir creciendo bacterias facultativas como *Lactobacillus*, *Micrococos*, *Leuconostoc*; muy frecuentemente la superficie se cubre de una capa pegajosa y según las especies existentes, la alteración también se manifiesta por olores anormales, causados por ácidos volátiles: acético, butírico, fórmico, propiónico; oxidación de lípidos (rancidez) e hidrógeno sulfurado. La carne pierde su color rojo.

Se puede observar que la ausencia de oxígeno en combinación con la baja

temperatura, se convierte en una medida de control al desarrollo microbiano en la carne. Al efecto se combina la eliminación del oxígeno en la atmósfera que rodea el producto cárnico, con la utilización de una envoltura impermeable al oxígeno y al vapor de agua, cuando se aplica el empaquetado al vacío como método para estos tipos de productos. Pero al crear anaerobiosis solo queda la temperatura como factor para controlar el crecimiento de bacterias facultativas.

### 3. pH

Aunque el pH es un factor importante en el control microbiológico, es necesario destacar que éste no se puede modificar con el único interés, de controlar el crecimiento de microorganismos pues también afectaríamos directamente las propiedades organolépticas de la carne o producto cárnico correspondiente.

Es importante aclarar que el pH es una medida de los hidrógeno iones libres, los cuales son producto de la disociación del ácido COOH en COO<sup>-</sup> y H<sup>+</sup> pero estos iones no pueden penetrar la membrana de las bacterias por lo cual no las afectan, sin embargo un pH bajo es indicativo de concentraciones de moléculas de ácido indisociado (-COOH) el cual si puede penetrar la membrana de las bacterias y al encontrarse en un pH 7,0 en el citoplasma de la bacteria se disocia en sus iones (-COO<sup>-</sup> y H<sup>+</sup>) y estos intoxican las bacterias controlando así su crecimiento.

Como ya se hizo referencia durante el proceso de conversión de músculo en carne, el pH baja de valores de cerca de 7,0 a 5,5 - 5,6 que es favorable a la industria procesadora tanto desde el punto de vista de los procesos tecnológicos como de la conservación de la carne y productos cárnicos.

Cabe destacar que el pH juega un especial papel en el control microbiológico de productos fermentados (madurados) lo cual será discutido en forma detallada cuando se trate al respecto.

En conclusión el pH es importante en el control microbiológico pero sus valores se deben mantener de acuerdo a las características de la carne y cada producto cárnico en particular.

Además del efecto directo que el pH tiene sobre el control microbiológico, tiene también influencia sobre la resistencia al calor (temperatura) por parte de los microorganismos, siendo su máxima resistencia a pH con valor cerca de 7,0 disminuyendo su resistencia al calor con el descenso del pH. Por tal motivo los productos cárnicos con pH más bajo resultan de mejor conservación por la menor resistencia de los microorganismos al calor, asociado a que a un pH bajo, ya no crecen muchas especies de bacterias indeseables.



#### 4. ACTIVIDAD DE AGUA ( $a_w$ )

La  $a_w$  resulta ser otro factor importante en el control microbiológico pero igual que lo indicado para el pH, los valores de actividad de agua de la carne y productos cárnicos no se pueden bajar con el único interés del control microbiológico, pues se afectarían las propiedades organolépticas del producto por tal motivo en este caso, el nivel de  $a_w$  estará supeditada a las condiciones de cada producto en particular.

Al efecto se puede indicar que exceptuando los productos deshidratados (secos y liofilizados) la carne y los productos cárnicos en su mayoría tienen valores de  $a_w$ , favorables al crecimiento bacteriano (0,95 - 0,99).

Al igual que para el pH es importante destacar que la  $a_w$  tiene una importante función en el control microbiológico de los productos fermentados (madurados), función que está vinculada a los efectos del pH y la cual será igualmente tratada, con el tema de los productos madurados.

Es importante señalar que antes de la aplicación de la refrigeración y congelación en la conservación de la carne, la  $a_w$  de agua fue uno de los factores más importantes en la conservación de carne, la cual se bajaba por deshidratación (secado) o por agregado de sal (concentración de soluto) o por la combinación de ambas técnicas de secado y salado.

En tal sentido la reducción de la actividad de agua es resultante de la concentración de solutos, la cual además de la vía de eliminación de los disolventes acuosos o deshidratación (secado o liofilización), también se puede lograr por la adición de solutos (agregados de sal).

##### Secado:

El secado ha sido, desde los tiempos más remotos un medio de conservación de alimentos (carne). El secado por medio de sol se emplea aún en muchas regiones del mundo. Pero el secado al sol tiene algunos inconvenientes obvios: depende de las fuerzas naturales y estas no se pueden controlar; es lento y no apropiado para muchos productos de alta calidad; requiere un espacio bastante amplio; y los alimentos expuestos al sol son susceptibles a la contaminación y a las pérdidas debidas al polvo, los insectos los roedores y otros factores (Potter, 1973).

##### Adición de sal:

Si se reduce la cantidad de agua libre, se inhibe correlativamente con el

valor de  $a_w$  la multiplicación de los microorganismos. De esta manera con el agregado de sal se prolonga la capacidad de conservación de alimento (cárnico) por su acción en la disminución del valor de  $a_w$  y por tanto el agua disponible (Gerhart, 1980).

El crecimiento de algunas bacterias se inhibe a concentraciones bajas de sal mientras que otras bacterias, levaduras y mohos, son capaces de crecer dentro de un amplio margen de concentraciones salinas que se elevan incluso hasta el punto de saturación.

A los últimos microorganismos se les denomina halotolerantes, clase a la que pertenecen muchas especies de Micrococos y de bacillus (Price y Schweigert, 1971).

El Micrococos halodesnitrificans es un organismo rojo, halófilo y xerófilo (crece a valores bajos de  $a_w$ ) que prolifera a valores de  $a_w$  de una solución saturada de cloruro de sodio (Christian y Waltho, 1962, citado por Nickerson y Sinskey, 1978).

Se ha señalado que el *Clostridium botulinum* es capaz de desarrollarse en alimentos con cloruro de sodio, en proporciones superiores al 6,1%. Sin embargo, es probable que el crecimiento haya tenido lugar antes de la completa difusión de la sal en todas las partes del alimento. Por esta razón y a causa de la proliferación de los organismos alterativos (de putrefacción), el salado de los alimentos (carne) se debe hacer a temperatura ambiente inferior a 15,5 °C (60 °F), ya que las temperaturas bajas, reducen la velocidad de crecimiento de los organismos patógenos y productores de alteración (putrefacción) permitiendo la difusión de la sal en el producto antes de que se haya producido un crecimiento significativo. En menor proporción la sal presenta una acción de inhibición debida a efectos osmóticos (presión osmótica) que determinan la plasmólisis o deshidratación celular por arrastre del agua de la célula a la solución (Nickerson y Sinskey, 1978).

##### PARÁSITOS:

La carne puede servir de vehículo para enfermedades parasitarias en el hombre. Entre los parásitos de mayor interés en la industria procesadora de carne se tiene la *Trichinella spiralis* transmitida por la carne de cerdo y la *Tenia solium* (carne de cerdo) y saginata (carne de bovino).

##### TRICHINELLA SPIRALIS:

De acuerdo a lo reportado por Libby (1975) y Price y Schweigert (1971), el



ciclo evolutivo de la *Trichinella spiralis* se puede resumir como sigue: un cerdo consume desperdicios de carne de cerdo infectada con quistes no calcificados, los cuales contienen larvas infectivas. Su calcificación ocurre de 6 - 18 meses después de la infección.

Cuando las porciones infectadas llegan al estómago del cerdo, el proceso digestivo, digiere el músculo y las paredes del quiste, liberando las larvas las cuales migran al intestino delgado donde penetran en la mucosa. Las larvas rápidamente se desarrollan en adultos sexualmente maduros para copular tan rápido como a las 30 a 40 horas post-infección. Luego las larvas hembras penetran más profundamente la mucosa intestinal y a los 5 a 7 días empieza su descarga de larvas hijas, las cuales a través del sistema circulatorio llegan hasta el músculo del cerdo donde se enquistan y a los 17-21 días post-infección se enrollan, convirtiéndose en infectiva.

Puede suceder que la carne infectada sea consumida por otro cerdo repitiéndose el ciclo descrito.

Si el hombre consume carne de cerdo o quistes de triquina (*Trichinella spiralis*) no calcificados y cocida a baja temperatura (cocinado deficiente), se infecta con triquina, igualmente ocurre una digestión de la carne y de las paredes del quiste liberando las larvas, las cuales migran al duodeno y yeyuno y penetran su mucosa donde también se hacen adultas y la hembra deposita cientos de larvas hijas durante su periodo reproductivo que puede extenderse por 2 o 3 meses.

A través del sistema circulatorio (linfático y portal) pasa a la musculatura estriada del hombre. Tiene preferencia por los músculos más activos como el diafragma, lengua pero también puede migrar al músculo cardíaco (corazón) o al sistema nervioso central.

La calcificación de los quistes puede empezar a los 6 - 18 meses de la infección.

El cuadro clínico que se presenta en el humano es variado. Entre los síntomas más comunes están: edema facial, eocinofilia, fiebre, conjuntivitis, fotofobia, problemas gastrointestinales y respiratorios y erupciones de la piel. Migraciones ocasionales a la musculatura del corazón o cerebro (S.N.C.) puede producir miocarditis, encefalitis, meningitis y se pueden presentar convulsiones.

### Control de la Triquinosis en la carne y sus productos

Para el control efectivo de la triquinosis resulta importante indicar las

normas al respecto, establecidas en los Estados Unidos por la "Meat Inspection División" del departamento de agricultura que según lo reportado por Nickerson y Sinskey (1978), son los siguientes:

1) Mantener la carne a  $-15^{\circ}\text{C}$  durante 20-30 días, a  $-23,3^{\circ}\text{C}$  durante 10 - 20 días o  $-28,8^{\circ}\text{C}$  durante 6 - 12 días dependiendo el tiempo, del tamaño de la pieza, o (2) que la carne de cerdo se mezcle con agentes conservadores o de curado y mantenerlo durante un mínimo de 40 días a una temperatura no inferior a  $7,2^{\circ}\text{C}$  o (3) que todos los productos para ser aptos para el consumo se calienten a  $58,3^{\circ}\text{C}$ .

La triquina se destruye a temperatura de  $58,3^{\circ}\text{C}$  por lo cual todos los productos que contienen carne de cerdo y se cocinan en las casas, en los restaurantes u otros establecimientos deben alcanzar una temperatura de  $60^{\circ}\text{C}$  o superior.

### TENIA

La teniasis es una enfermedad parasitaria que tiene como huésped definitivo el hombre, alojándose en su intestino adherido a la pared intestinal de la cual se alimenta a expensas del hombre. Existen dos especies de *Tenia*: la *Tenia solium* que utiliza al cerdo como huésped intermediario y la *Tenia saginata* que utiliza el bovino como intermediario pero su ciclo evolutivo es similar.

Según Brown (1969), citado por Price y Shwigert (1971) el ciclo evolutivo de la *Tenia* presenta las siguientes etapas: El hombre infectado con *Tenia* tiene proglótidos (anillos) maduros cargados con huevos embrionarios los cuales son expulsados al medio ambiente en las heces y si no se tienen las medidas higiénicas necesarias estos contaminan el suelo y los forrajes.

Cuando el bovino (o cerdo) consumen los huevos embrionados, cada huevo eclosiona en el intestino liberando la larva (oncosfera) ésta atraviesa la pared intestinal y pasa a la sangre del huésped intermediario (bovino o cerdo) instalándose en el tejido conectivo de los músculos (intramuscular) donde sufren una metamorfosis convirtiéndose en cisticercos los cuales poseen una vesícula de color blanco lechoso y una pequeña cabeza (escolex) invaginada en uno de los lados.

Cuando el hombre come carne contaminada con cisticercos e insuficientemente cocida, el cisticerco queda en libertad evaginando su escolex que se fija en la mucosa intestinal para continuar su crecimiento convirtiéndose en adulto con la producción de proglótidos que tienen sus órganos femeninos y



masculinos en su interior (son hermafroditas) produciendo así nuevos huevos embrionados y están en condiciones de repetir el ciclo.

Como el cisticerco es sensible a la temperatura se recomienda cocinar la carne sospechosa a temperatura de 60 °C o más especialmente en el cerdo donde es más común.

## ABLANDAMIENTO DE LA CARNE

Además del ablandamiento que ocurre en la carne durante su maduración ya descrito, se puede indicar otros tipos de ablandamiento por acción de agentes externos a la carne:

- Ablandamiento enzimático
- Ablandamiento con ácidos débiles
- Ablandamiento mecánico.

### ABLANDAMIENTO ENZIMÁTICO

El ablandamiento enzimático es tratado por varios autores (Potter, 1973; Forrest et al., 1975; Lawrie, 1974 y Kramlich et al., 1973), indicando que la utilización de las enzimas ablandadoras se remonta a siglos atrás, reportan que hace 500 años, los indios mexicanos lograban ablandar las carnes duras envolviéndola por la noche en hojas de papaya o lechosa. Sin embargo no fue hasta 1949 que la papaína fue promovida comercialmente en Estados Unidos.

Las enzimas más utilizadas, son de origen vegetal así se tiene, la papaína (se obtiene de la lechosa o papaya), la ficina (del higo), la bromélica (de la piña), la rohzyme (del hongo *Aspergillus - Orizae*). Todas actúan sobre el sarcolema la cual es hidrolizada pero en grados distintos. De éstas la ficina, papaína y rohzyme son las más activas.

El primer paso es disolver el sarcolema, seguido por la desaparición del núcleo luego ocurre la desaparición o pérdida completa de las estriaciones transversales. La principal diferencia con la acción de las catépsinas (maduración) es que en la acción de las últimas no desaparece la membrana (sarcolema).

Las enzimas vegetales se caracterizan por su acción sobre tejido conectivo (colágeno) especialmente a partir de los 60 °C, por lo tanto influye la temperatura de cocinado. No ocurre igual con la elastina que no es afectada o es afectada en poco grado.

## MÉTODOS DE APLICACIÓN

El problema que tienen las enzimas es la poca penetración en los cortes de carne, pero existen varias técnicas de aplicación:

Las enzimas son aplicadas frecuentemente por inmersión o "Sprays" sin embargo algunas son aplicadas en forma seca. Normalmente después de la aplicación las carnes son congeladas para un mejor control en las operaciones a gran escala. En forma seca (en polvo) se usan más frecuentemente a nivel del hogar o restaurantes. Siempre se debe tener en cuenta que un exceso en su aplicación producirá una carne pastosa por su efecto. Por eso la aplicación debe ser de acuerdo a la concentración de la preparación y al método de aplicación.

Se indica el método de la inyección en los vasos sanguíneos principales de los cortes grandes del animal (Femoral en el muslo) esto resulta en una buena distribución, pero la inyección debe ser rápida después de la muerte del animal pues el sistema vascular se fragiliza especialmente en bovino.

Otro método patentado por la "Swift and Company Research Laboratories" es la inyección ante-mortem de una solución de enzimas proteolíticas para obtener una distribución uniforme a través de la canal (Grocer, 1961, citado por Kramlich, 1973). Se recomienda que la concentración de la enzima en la solución debe ser entre el 5-10 % y la dosis a inyectar se aproxima a 1 mg/Kg de peso vivo. El sacrificio del animal debe estar entre 1-30 minutos después de la inyección esto permite una buena distribución de la enzima y no debe ser sacrificado después de 30 minutos de la inyección, pues la enzima sería metabolizada por el organismo y eliminada su acción. En este método el sistema circulatorio distribuye la solución de enzimas a través de los tejidos sirviendo el corazón del animal vivo como bomba de distribución. La carne producida por este procedimiento es comercializada bajo el nombre de "PROTEN".

Las enzimas no actúan en el animal vivo. Esto es debido a que el pH de la sangre se encuentra por encima del valor óptimo para su acción, igualmente su acción enzimática depende de los grupos sulfidrilos (-SH) inoperantes a la tensión de oxígeno del animal vivo tampoco se alcanza la temperatura óptima de acción enzimática, que si se logra durante el cocinado donde se obtiene un rango entre 70 - 85 °C (Gottschal y Kies, 1942, citados por Lawrie, 1974).

Kramlich et al., (1973) reportan que la papaína se activa a la temperatura de cocinado en el rango de 60-71 °C; que a su vez es un rango de activación para otras enzimas proteolíticas.

Este método tiene algunas desventajas que es necesario considerar:

- 1.- Cada animal debe ser sujetado para su inyección individual.



- 2.- La carne producida por este método no es apta para ser utilizada cuando la temperatura permanece alta por períodos largos de tiempo como es el caso de los restaurantes y otras instituciones. Cuando la carne se mantiene en condiciones de temperatura alta por períodos largos de tiempo, las enzimas se mantienen activas y se destruye el tejido muscular presentando la carne un carácter pastoso.
- 3.- También otros tejidos como el cerebro, hígado y riñones pueden estar afectados por la enzima.

### \* Comportamiento de las enzimas ante diferentes temperaturas

Las enzimas proteolíticas tienen un comportamiento de acción ante diferentes temperaturas, lo cual se puede resumir, en una escala térmica (figura 19), la cual orienta sobre los tratamientos térmicos que se debe dar a la carne desde el beneficio animal incluida la activación de las enzimas hasta que llega a la mesa del consumidor.

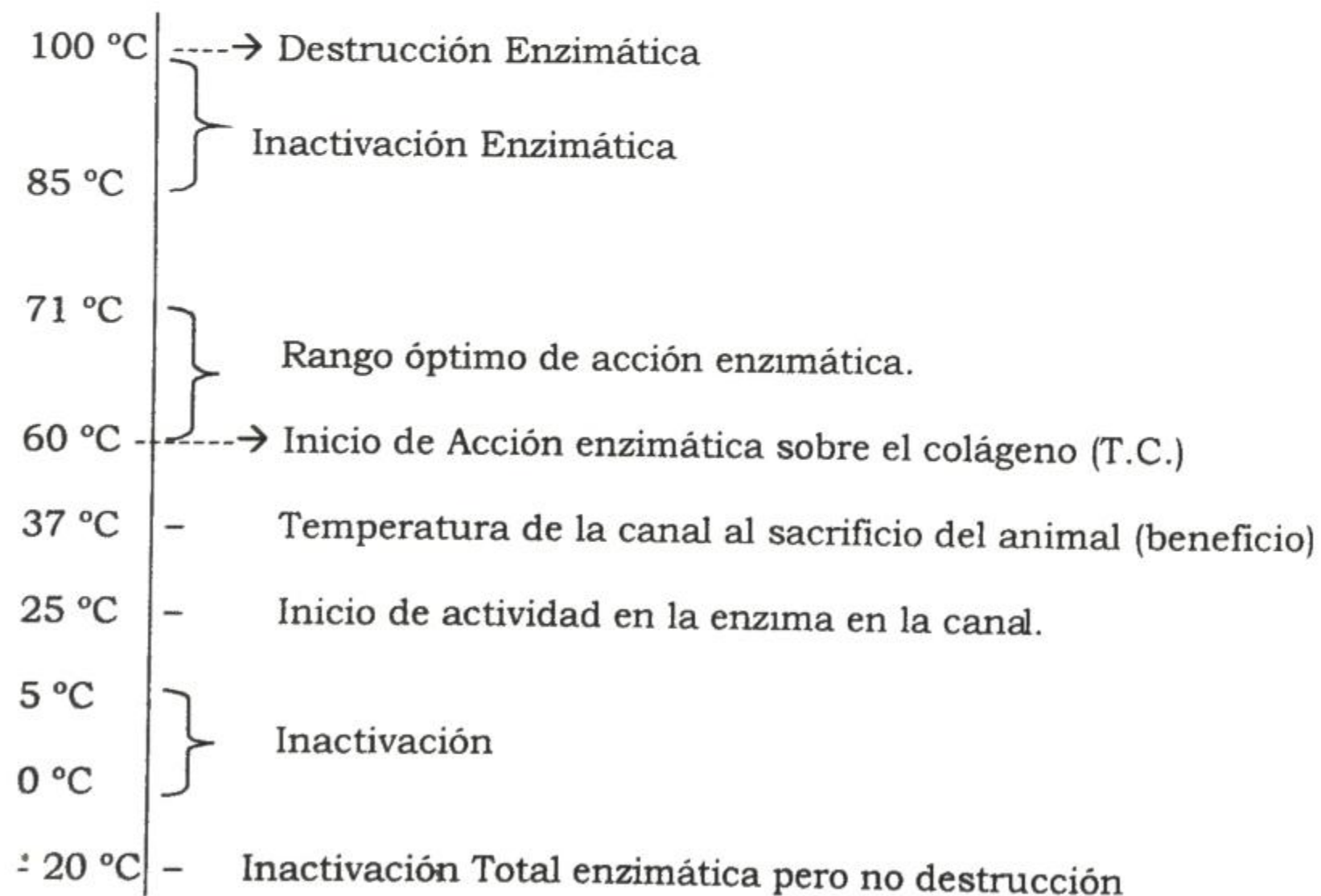


Figura 19. Escala térmica de acción enzimática.

### Tratamientos térmicos para la carne tratada con enzimas

La escala anterior permite orientar los tratamientos térmicos que se deben

dar a la carne tratada con enzimas, durante su manipulación y cocinado.

Como ya se indicó en el animal vivo las enzimas no actúan, pero después de su muerte (sacrificio o beneficio) se instauran condiciones favorables a su acción.

Por una parte baja el pH y baja la tensión oxígeno en la carne y por otra la temperatura de la carne es igual a la del cuerpo del animal vivo (37°C) con un ligero incremento por el aumento de la actividad bioquímica del músculo en su conversión de músculo en carne (glucólisis anaeróbica y contracciones irregulares del músculo).

Por tal motivo, para inactivar las enzimas se debe bajar la temperatura a condiciones de refrigeración o congelación rápidamente después del beneficio.

Durante el almacenamiento refrigerado o congelado de la carne las enzimas se mantienen inactivas.

Igualmente el transporte de la carne, debe ser bajo condiciones de refrigeración o congelación. Así como el despote o almacenamiento y expendio de la carne debe ser en condiciones de frío.

En el hogar del consumidor, la carne se debe conservar refrigerada hasta el momento del cocinado.

Finalmente durante el cocinado la temperatura se incrementa lo cual aunado al bajo pH baja tensión de oxígeno y activación de grupos - SH determina condiciones óptimas para la acción enzimática (proteólisis) traduciéndose en una carne blanda a nivel de la mesa del consumidor.

Debe recordarse que el rango óptimo de acción enzimático está entre 60 °C y 71 °C y el exceso de exposición a esas temperaturas trae sobre ablandamiento o pastosidad en la carne. Por tal motivo deben seguirse las recomendaciones establecidas por el productor para la carne tratada con enzimas las cuales deberán estar indicadas en la envoltura del producto.

### \* ABLANDAMIENTO CON ÁCIDOS DÉBILES (QUIMICO)

Los ácidos débiles como el vinagre (ácido acético) constituye un método tradicional para disminuir la dureza del tejido conectivo, facilitando la disrupción de los puentes de hidrógeno, lo cual facilita el hinchamiento del colágeno (Forrest et al., 1975).

### \* ABLANDAMIENTO MECÁNICO

Según Forrest et al., (1975) el ablandamiento por tratamientos mecánicos (picado, triturado) depende de su eficacia en la destrucción de la estructura del



tejido conectivo y de las fibras musculares.

Según Karmas (1975) citado por Huerta et al., (1979) se vienen usando máquinas agujeradoras o lanceteadoras de carne para solucionar el problema de su dureza.

En tal sentido Huerta et al., (1979) estudiaron el efecto del ablandamiento mecánico por lancetas sobre cortes de carne de vaca encontrando que el pasado de los músculos (carne) por la máquina lanceteadora se tradujo en la disminución de la fuerza requerida para escindir bocados cilíndricos de 1,27 cm de diámetro.

### COCINADO DE CARNE

El cocinado de carne desde el punto de vista científico se orienta de manera diferente que el cocinado de carne desde el punto de vista del arte de cocinar (culinaria).

La cocina científica se realiza de una manera controlada poniendo especial atención a las condiciones en que se realiza el cocinado (aire, vapor, agua, grasa) cada uno con su propia rata de conducción de calor. Se controla la temperatura del medio y se usan termómetros y termocuplas para observar la rata a la cual el flujo de calor penetra en la carne. Después del cocinado en forma controlada se prueba el efecto de cada variable en la calidad de consumo de la carne. Una vez obtenidos los cambios en calidad de la carne bajo esas condiciones de cocinado controlado, estos son evaluados en el campo de la histología, química y física, por una parte y en el campo del procesamiento y producción por otra parte.

Por más de 50 años ha sido reconocido que la terneza (blandura) de la carne está influenciada por dos estructuras, el tejido conectivo y las fibras musculares y que esas estructuras no están uniformemente distribuidas dentro de todos los músculos y que algunos métodos de cocinado pueden ablandar un componente mientras endurece el otro (Cover, 1959).

Las fibras musculares están formadas principalmente por proteínas miofibrilares, mientras que el tejido conectivo tiene el colágeno como principal componente y al cocinar la carne, el calor afecta estas estructuras proteicas que los traduce en cambios físicos y químicos.

Se puede indicar que con el calor las proteínas de las fibras musculares sufren una pérdida de su estructura nativa y presentan cambios en su configuración. Se presenta una desnaturalización que se corresponde con alteración de la estructura por cambios no proteolíticos, lo cual va seguido de una coagulación proteica que se corresponde con una agregación o

agrupamiento de las moléculas proteicas que se traduce en una pérdida de la solubilidad de las proteínas.

La coagulación de las proteínas trae cambios físicos observables. La carne cocida presenta una rigidez que se asocia a un "endurecimiento proteico" el cual se presenta a temperaturas por encima de 64 °C. Esto trae una pérdida de solubilidad de las proteínas miofibrilares, que se traduce en una disminución de la capacidad de retención de agua la cual se reduce cuando hay un incremento en el tiempo de calentamiento.

Por otra parte el colágeno con el calor sufre cambios químicos que aumentan su solubilidad. A temperatura de 56 °C, el colágeno presenta un acortamiento de algunas de sus fibras en una tercera parte de su longitud original lo cual se acentúa a temperaturas de 61-62 °C. El encogimiento del colágeno se acompaña de un incremento de su solubilidad. Con el mantenimiento de una alta temperatura en presencia de humedad el colágeno se hidrata, luego se hidroliza y finalmente se gelatiniza, razón por la cual el calor aumenta la capacidad de retención y absorción de agua y por tanto el ablandamiento del colágeno (Forrest et al., 1975).

Cheftel y Cheftel (1976) reportan un resumen de los efectos que la cocción tiene sobre las proteínas de la carne y que dependen fundamentalmente de la temperatura:

- 1.- A partir de los 50 °C, se desnaturalizan las proteínas plasmáticas y sarcoplásmicas (desplazamiento de las hélices)
- 2.- A partir de los 63 °C, el colágeno se solubiliza por destrucción de los enlaces hidrógeno entre las cadenas proteicas; el efecto depende de la edad fisiológica del animal es decir del número de uniones transversales.
- 3.- La elastina hincha, pero debido a su configuración se modifica poco.
- 4.- La actomiosina se hace más firme y menos soluble, disminuye su capacidad de retención de agua.

Con la cocción, el colágeno se hace más blando pero la actomiosina se endurece a causa de la formación de uniones disulfuro, las cuales unen fuertemente las cadenas proteicas.

Según lo reportado por Forrest et al., (1975), al someter la carne a la acción de cocinado se producen una serie de cambios o alteraciones en aspectos químicos que se resumen a continuación:

- 1.- La exposición de grupos reactivos del aminoácido histidina provoca un ligero aumento de 0,3 unidades en el pH.



- 2.- La actividad reductora aumenta por despliegue de las cadenas peptídicas quedando libres, los grupos sulfidrilos (-SH) los cuales tienen acción reductora.
- 3.- Cambios de conformación en las proteínas, reducen la capacidad de ligar iones  $Mg^{++}$  y  $Ca^{++}$ .
- 4.- Inactivación de la actividad enzimática de las enzimas propias de la carne.
- 5.- Liberación de sustancias volátiles que contienen azufre y nitrógeno. También hidrocarburos, aldehídos, cetonas, alcoholes ácidos.
- 6.- Se produce la reacción de Maillard entre proteínas y azúcares, especialmente en la superficie de las carnes cocidas en calor seco o aceite donde se alcanzan temperaturas superiores a los 90 °C.

En el caso específico de la grasa durante el cocinado ocurre un cambio de naturaleza física denominado translocación grasa que se atribuye a una migración de la grasa a través de los canales establecidos al fundirse el colágeno.

### **EFFECTO DEL COCINADO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA CARNE**

Aún cuando algunas personas les gusta consumir carne cruda, a la mayoría de los consumidores les gusta la carne cocida y el cocinado de la carne es una de las operaciones que mejoran más las características organolépticas de la carne. El cocinado modifica el sabor y aroma (flavor) a carne fresca y el sabor a sangre propio de la carne fresca por el típico y pronunciado "flavor" a carne cocida.

Al cocinar la carne se destacan los efectos sobre el color, flavor (sabor y aroma), textura (dureza o ablandamiento) y jugosidad.

#### **COLOR**

El cambio de color con el cocinado de rojo brillante o púrpura a color marrón o gris se debe a la oxidación del grupo hemo y coagulación de la fracción proteica (globina de la mioglobina). El color está afectado también por el método de cocinado, con el método de calor seco se intensifica el color marrón típico de la reacción de Maillard en la superficie, mientras que en el método húmedo predomina el color grisáceo. También influyen los ingredientes aditivos agregados a la carne, como ocurre en el curado de carnes donde el cocinado desarrolla y estabiliza el color del curado.

### **FLAVOR (SABOR, OLOR O AROMA)**

Aún cuando el aroma y sabor son ambos componentes del "flavor", el aroma u olor predomina en la composición del flavor en la carne después de cocida.

La sensación del "flavor" es variable y depende de los siguientes factores:

- 1) Especie
- 2) Edad del animal
- 3) Método de cocinado y la adición de ingredientes o aditivos del curado y sazonado
- 4) Cantidad y clase de grasa
- 5) La maduración de la carne después del beneficio
- 6) Régimen de alimentación que tuvo el animal antes del beneficio.

Todos o algunos de estos factores pueden combinarse y producir variaciones en el "flavor".

Aún cuando por muchos años se han reconocido características distintas en el flavor de especies diferentes, las investigaciones sugieren que el flavor es esencialmente igual en todas las clases de carne y que probablemente está asociado con la cantidad y clase de compuestos sulfurados. De otra parte el flavor característico de las diferentes especies parece deberse a los tejidos grasos (grasas) probablemente a los compuestos carbonilos (Kramlich et al., 1973).

El flavor típico de la carne cocida está determinado por una serie de sustancias volátiles y cambios químicos que se producen durante la operación de cocinado y dependen del tipo de cocinado. En el cocinado con calor seco predomina el flavor de la superficie de la carne donde la temperatura recibida es más alta que en el centro, mientras que el cocinado con calor húmedo (a presión) produce un singular "flavor" en el interior de la carne. La diferencia para ambos casos se puede percibir en el ambiente durante el cocinado debido a los componentes volátiles que se desprenden para cada caso en particular.

#### **TEXTURA**

Como ya se indicó las proteínas miofibrilares se coagulan ante el calor produciendo endurecimiento mientras que el colágeno se hidroliza y gelatiniza produciendo ablandamiento. De esos dos comportamientos diferentes depende en buena medida la respuesta de dureza o ablandamiento de la carne al cocinado.



Pero también la respuesta depende de la temperatura de tratamiento y del tiempo de exposición al efecto Forrest et al., (1975) reportan el grado de ablandamiento medidos en términos de resistencia a la penetración y trituración que presenta la misma carne bovina frente a tres tratamientos térmicos diferentes: a temperatura de 56-58 °C el ablandamiento se presenta lento, a 62-64 °C el encogimiento es rápido y al prolongar el tiempo de calentamiento se presenta ablandamiento. Al aumentar la temperatura (72-74 °C) presenta un rápido encogimiento, seguido de un endurecimiento proteico. Pero al continuar por más tiempo a esa temperatura sobreviene una gelatinización del colágeno con progresivo ablandamiento.

De lo anterior se puede indicar que la dureza o blandura de la carne depende de la temperatura y tiempo de cocinado.

### JUGOSIDAD

La jugosidad de la carne está afectada por el cocinado a mayor temperatura de cocinado menor jugosidad así por ejemplo una carne que en estado fresco o crudo contiene entre el 68-75 % de humedad, presentará aproximadamente 70, 65 y 60 % de humedad después de haber sido asada (calor seco) a 60, 70 y 80 °C respectivamente. La pérdida de humedad depende también de la capacidad de retención de agua de la carne (Forrest et al., 1975).

En cuanto a las temperaturas de cocinado, se reportan diferencias entre autores para las diferentes especies así se tiene que Smith et al., (1975) indica para cerdo, temperatura final interna de 73,89 °C lo cual destruye la triquina (de existir) y para bovino indica temperaturas internas de 60 °C para "raro" (poco cocido), 71,11 °C para "medio" (termino medio) y 76,67 °C para "bien hecha" (bien cocida). Forrest et al., (1975) indica 77 °C para temperatura final en el cerdo, mientras que para bovino indica rangos de 58-60 °C para "raro", 73-75 °C para "medio" y 80 - 82 °C para "bien hecha".

Es importante recordar que para prevenir la triquinosis, la carne de cerdo debe haber estado sometida a temperatura mínima de 58,3 °C como se indica anteriormente.

Para el caso de carnes procesadas en términos generales la temperatura interna de cocinado de los productos está en rango de 68-75 °C

### MÉTODOS DE COCINADO

Básicamente existen dos métodos de cocinado que son métodos con calor seco y métodos con calor húmedo y cada uno tiene diferentes modalidades o

técnicas.

En términos generales se acepta que el calor húmedo contribuye a la blandura y por eso se usan ampliamente para el cocinado de carne con alto contenido de tejido conectivo.

#### Cocinado Con Calor Seco

En este método el calor aportado por la fuente térmica se transmite a la carne por convección de aire caliente, por radiación directa o por conducción pero en todos los casos la superficie de la carne recibe temperaturas altas que determinan efectos específicos como es el caso de la reacción de Maillard en la superficie de la carne.

En este método existen diferentes modalidades o técnicas:

##### • *Cocinado al horno*

En este caso la carne es rodeada por aire caliente (calor por convección) pero también la carne recibe calor por radiación desde la fuente térmica.

##### • *Cocinado a la parrilla*

En este método la carne recibe fundamentalmente calor por radiación de la brasa o fuente térmica y la carne puede presentar un sabor, ahumado por la brasa o el quemado de la grasa que drena de la carne y se quema generándose sabores particulares de este tipo de cocinado el cual es muy popular.

##### • *Cocinado a la plancha*

En este método la carne recibe el calor por conducción directa de una plancha caliente la cual recibe su calor de una fuente térmica directa o por radiación.

##### • *Cocinado en aceite (Freído)*

Este método es considerado dentro de los métodos secos pero la diferencia con los anteriores es la utilización de aceite o grasa para freír la carne que recibe el calor a partir del aceite caliente (aproximadamente 176 °C).

#### Cocinado Con Calor Húmedo

En este método para cocinar la carne se utiliza agua caliente o vapor en contacto con la carne. Lo característico en este método es que las altas temperaturas en presencia de humedad determina una hidrólisis y gelatinización del colágeno del tejido conectivo de la carne con su correspondiente ablandamiento.

En este método también se aplican diferentes técnicas o modalidades:



### • *Cocinado en agua (sumergido)*

Consiste en sumergir la carne en agua elevándose la temperatura del agua a la deseada para el cocinado de la carne. En esta modalidad la temperatura máxima de cocinado es la de hervido del agua.

### • *Cocinado en poca agua (Guisado)*

En este método se agrega agua en poca cantidad para formar salsas que cubren la carne.

### • *Cocinado a presión*

Esta técnica se puede aplicar de dos maneras: puede ser con la carne sumergida en agua y se tapa para generar vapor a presión (olla a presión o autoclave). Pero también se puede aplicando vapor vivo sobre la carne en cocina al vapor. En ambos casos se logran temperaturas de cocinado superiores a los 100 °C.

### **Cocinado Por Microondas** ✕

El método de cocinado por microondas constituye un método moderno de cocinado en el cual la energía eléctrica de alta frecuencia es transformada en calor y su acción es muy rápida.

Al efecto, según lo reportado por Forrest et al., (1975) el calentamiento es consecuencia de la conversión de energía de microondas en calor, producido por la fricción de las rotaciones moleculares internas, causadas por las interacciones de las moléculas con un campo electromagnético que fluctúa rápidamente.

También Kramlich et al., (1973) explican que el método se basa en el hecho de que los alimentos están compuestos de partículas que poseen cargas positivas y negativas, pero que como consecuencia del balance son estrictamente neutras. Por eso un alimento es no conductor o dieléctrico.

Cuando éste es colocado en un campo electromagnético, las moléculas de carga asimétrica, del alimento dieléctrico, se mueven primero en una dirección y luego en otra en un intento de alinearse ellas mismas con el polo positivo y negativo. El movimiento hacia atrás y adelante crea una fricción intermolecular que produce calor del alimento.

Durante el cocinado por microondas la cantidad de calor absorbido es estrictamente una función de la frecuencia y de la pérdida de la característica dieléctrica del alimento cocinado.

De las frecuencias permitidas para los usos industriales, científicos y

médicos, 915 y 2.450 megaciclos o megahertzios (millones de ciclos por segundo) han sido utilizados más frecuentemente. Varios equipos han sido desarrollados para el uso en alimentos incluyendo los de partidas individuales y los equipos de acción continua.

### **EL AHUMADO**

El ahumado de carne permite, desarrollar el "flavor" (sabor y aroma), color, preservación, prevención de la oxidación, en los productos tradicionales y el desarrollo de nuevos productos (Kramlich et al., 1973).

Originalmente como el caso del curado, el ahumado fue empleado como preservativo por secado; sin embargo los productos cárnicos modernos, son ahumados durante menos tiempo, a fin de obtener un moderado "flavor" de ahumado manteniendo en estos su terneza y jugosidad. En la industria de carne moderna tiene poca importancia el ahumado de los productos como medio preservativo. También se programa el tiempo de ahumado, densidad del humo, humedad relativa y temperatura de la cámara de ahumado (Smith et al., 1975).

En la composición del humo de la madera intervienen más de 200 compuestos diferentes, lo cual no significa que todos se encuentran en las carnes ahumadas, ya que la temperatura de combustión, condiciones en el generador de humo, cambios oxidativos en los compuestos formados y muchos otros factores influyen la composición del humo. Los compuestos más importantes que se consideran en el humo son: fenoles, ácidos orgánicos, alcoholes, compuestos carbonilos e hidrocarburos policíclicos. El rango de temperatura en el proceso de generación de humo varía entre los 100 °C y los 399 °C (Kramlich et al., 1873). Existen dos métodos en la producción de humo para el ahumado de carne, el método de quemado (combustión) de partículas pequeñas de madera y el método de producción de humo por fricción y a partir de ambos se pueden obtener humo líquido.

En el método de humo por fricción la madera es empujada mediante un peso, sobre la rueda de fracción. El trozo de madera tiene superficie de 50 x 100 mm aproximadamente. La superficie de fricción está formada por un rotor cilíndrico con un armazón, hueco que gira en forma rápida. Los bordes de fricción están hechos de tal manera que se logra un corte arrastrado. Debido al intenso proceso de fricción se origina calor, el cual provoca la pirolisis de la madera. El aire fresco se produce por láminas en el centro del rotor y circula, pasando entre los bordes friccionadores. Con ello se logra simultáneamente, a diferencia del método por ardido, un efecto de enfriado dado que, aquí se trata de una producción de humo sin llama. Las partículas sólidas de madera



friccionada caen en un receptáculo y el humo formado va a la cámara de ahumado. El receptáculo debe tener agua, pues de esta manera, se logra un efecto de enfriamiento y de trampa para sólidos simultáneamente (Klettner, 1978). Los productos tratados con humo por fricción, tienen pocos compuestos policíclicos (Möhler, 1980).

### HUMO LÍQUIDO

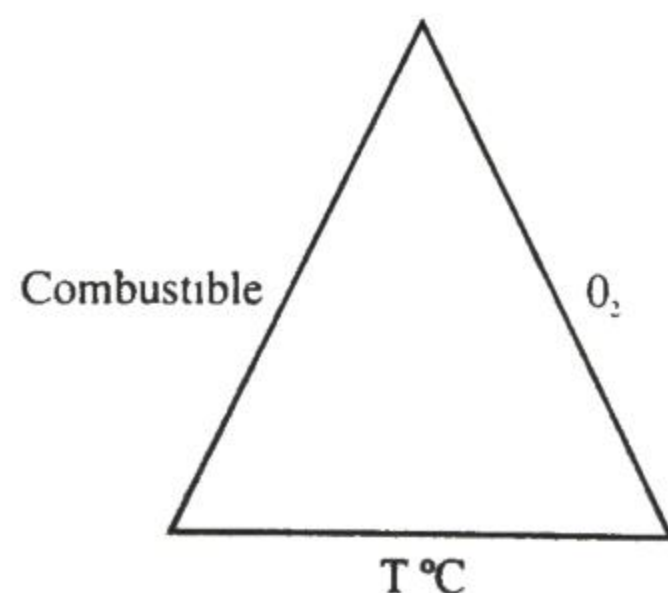
Son productos líquidos del humo originados a partir del quemado de aserrín de madera en forma similar a como se usa para el ahumado de carne. La utilización de esos productos tiene varias ventajas potenciales: 1) Ellos pueden ser fraccionados para eliminar materiales indeseables o no utilizables. 2) Adecuado control de "flavor" a humo tal como sea deseado. 3) El "flavor" del humo puede ser incorporado dentro del producto. 4) Estos facilitan el desarrollo de nuevos productos ahumados. 5) Ellos pueden destacar o mejorar el "flavor" de los productos ahumados convencionales. 6) Ellos podrían reducir los costos por la eliminación de ahumado convencional, al menos para algunos productos.

### PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DEL HUMO

A objeto de ilustrar en forma pragmática la producción y utilización del humo en productos cárnicos se pasan a considerar los siguientes aspectos al respecto:

#### PRODUCCIÓN

A efecto de indicar que el humo es un producto de la combustión de la madera, se pasa a considerar el triángulo que describe la combustión:



Como es sabido, para que se produzca una combustión se requiere la presencia de tres factores: combustible, temperatura de combustión y oxígeno. Para el caso de la producción de humo para ahumado, el combustible es la madera, la temperatura de combustión proviene de una fuente térmica y el oxígeno, del aire (ventilación). Los tres factores afectan el tipo de humo que se produce.

### LA MADERA

La madera pasa por tres etapas difíciles de delimitar en la práctica, pero que según Kramlich et al., (1973), se pueden dividir en: deshidratación, oxidación y combustión, indicando que el humo de mejor calidad para el ahumado de carnes se produce en condiciones de temperaturas que se señalan a continuación:

Deshidratación	100 °C
Oxidación	199 °C 249 °C
Combustión	344 °C 399 °C

#### Deshidratación

La partícula de madera pierde humedad hasta que llega a cero su valor en el centro, de la partícula. El calor latente de evaporación que el agua requiere, determina que la partícula de madera permanezca a temperatura constante hasta el término de esta etapa.

#### Oxidación y combustión

Cuando la humedad interna de la partícula de madera llega a cero la temperatura asciende rápidamente y se entra en condiciones de oxidación y combustión que constituyen las etapas de producción de los componentes del humo más importante para el ahumado de carnes. Pero según lo reportado por Kramlich et al., (1973), aunque la temperatura de combustión de 399 °C favorece la formación de compuestos favorables, también favorece la formación de productos indeseables como el Benz (a) pireno y otros compuestos policíclicos. Para minimizar la producción de esas sustancias, se recomiendan temperaturas de combustión alrededor de 344 °C.

Para que se den esas condiciones es necesario utilizar partículas de madera pequeñas (aserrín). Los trozos de madera grandes generan temperaturas de combustión muy elevadas y se producen brasas con poca producción de humo pues los componentes del humo favorables al ahumado son quemados antes de



poder volatilizarse para formar el humo adecuado.

La presencia de oxígeno también es importante en la producción de humo, pues cuando éste es insuficiente la combustión es inadecuada se producen compuestos indeseables, lo cual se manifiesta en que el humo presenta un color muy negro en su apariencia. Según Kramlich et al., (1973) la producción de ácidos orgánicos y fenoles se incrementan con el incremento de oxígeno y llega a su máximo, cuando el oxígeno presente alcanza 8 veces el oxígeno requerido para la oxidación completa.

De lo anterior se desprende que debe haber adecuada ventilación durante la combustión de la madera.

### COMPOSICIÓN DEL HUMO

El humo consta de dos fases: la fase de vapor compuesta por sustancias volátiles y la fase de partículas en suspensión. Retomando lo descrito anteriormente, el humo lo componen las siguientes sustancias: fenoles, alcoholes, ácidos orgánicos, compuestos carbonílicos e hidrocarburos policíclicos.

#### Fenoles:

Los fenoles tienen acción antioxidante, dan sabor, favorecen la preservación de los productos cárnicos.

#### Alcoholes:

El más importante es el metanol y su función fundamental es la de servir como vehículo o transporte para otras sustancias volátiles que componen el humo.

#### Ácidos orgánicos:

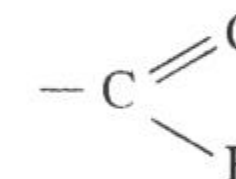
- De cadena corta (hasta 4 carbonos)
  - Butírico
  - Isobutírico
  - Acético
  - Fórmico
  - Propiónico

- De cadena larga (5 - 10 carbonos)
  - Caproico
  - Cáprico
  - Valérico
  - Isovalérico

Los ácidos orgánicos de cadena corta se encuentran en la fase de vapor del humo mientras que los de cadena larga forman parte de la fase de partículas reconocida como fase de partículas en suspensión. La principal función de los ácidos se debe a la acidez que produce en la superficie de los productos cárnicos lo cual trae una disminución del pH, causando una susceptibilidad de las proteínas de la superficie a la coagulación, lo cual trae la generación de cutícula en la superficie de los productos, especialmente importante en los embutidos donde favorece el pelado de los mismos. Se puede indicar que la acidez causada tiene alguna acción preservadora por controlar el crecimiento de microorganismos indeseables.

#### Compuestos Carbonílicos

- 2-Pentanona
- 2-Butanona
- Butanal
- Acetona
- Propanal
- y otros



Al igual que los ácidos orgánicos una fracción de ellos forma parte de la fase de vapor y por tanto son destilables. Pero otra parte de ellos, son no destilables y forman parte de la fase de partículas en suspensión.

Los compuestos carbonílicos de la fracción volátil o destilable (de cadena corta) son los más importantes para el color y "flavor" (sabor y aroma) de los productos ahumados.

#### Hidrocarburos policíclicos:

- Benz (a) antraceno
- Dibenz (a,h) antraceno
- Benz (a) pireno
- Benz (e) pireno



- y otros

Entre éstos, el Benz (a) pireno y el Dibenz (a,h) antraceno, han sido identificados como compuestos cancerígenos.

Afortunadamente, según lo reportado por Kramlich et al., (1973) los compuestos hidrocarburos policíclicos, no son importantes en las características preservativas, ni organolépticas de las carnes ahumadas. Los estudios han revelado que esos compuestos se encuentran en la fase de partículas en suspensión del humo. Varias preparaciones de humo líquido analizadas se han encontrado libres de benz (a) pireno y dibenz (a,h) antraceno.

De lo anterior se desprende que se puede hacer una separación física de los compuestos de las dos fases: vapor (volátil) y partículas en suspensión y así poder aprovechar la fracción volátil (beneficiosa) y desechar la fracción de partículas en suspensión (perjudicial). Esta separación se puede hacer por medio de la destilación para la obtención de la fracción volátil o colocando trampas para partículas en suspensión en el tránsito del humo desde su generador hasta los productos que serán ahumados.

### **MÉTODO DE PRODUCCIÓN DE HUMO POR QUEMADO**

Para orientar la producción de humo por quemado es importante resumir los factores que influyen en la producción de humo adecuado:

- 1.- La madera no debe ser resinosa y el tamaño de las partículas de madera debe ser pequeño para que la combustión se de a temperaturas bajas que permitan la producción de humo con buena carga de sustancias volátiles (beneficiosas).
- 2.- La presencia de oxígeno debe ser suficiente que permita una adecuada oxidación y combustión de la madera.
- 3.- Se debe lograr una eficiente separación física de la fase volátil de la fase de partículas en suspensión para que al producto cárnico llegue solamente la fase de vapor (volátil).

### **Mecanismos para producción de humo por quemado (fig.20)**

- 1.- Utilizando aserrín o viruta de madera no resinosa en lugar de trozos grandes de madera que generan brasas.
- 2.- Acondicionando el quemador del generador de humo para disponer de adecuada ventilación (aire) durante la combustión.
- 3.- Anteponiendo una estructura que funcione como trampa para partículas en suspensión, entre el generador humo y la cámara de

ahumado.

### **Características generales de los equipos para ahumado**

Los equipos para ahumados de carne deben estar formados por tres componentes fundamentales:

- Generador de humo.
- Trampa para partículas en suspensión
- Cámara de ahumado

#### **Generador de humo:**

El generador de humo es un equipo que consta de un quemador para aserrín o la viruta de madera, con su fuente térmica, dotado de ventilación adecuada por ventanas o ventiladores y está conectado a la cámara de ahumado.

#### **Trampas para partículas en suspensión**

Constituye un obstáculo para el pase de partículas en suspensión y puede ser en forma de tubo o conducto en espiral o láminas intercaladas para favorecer que al chocar con sus paredes al paso del humo las partículas en suspensión queden adheridas, dejando pasar sólo la fase volátil.

Es importante que la trampa para partículas en suspensión de humo debe mantener temperaturas semejantes a la del humo, para evitar la condensación de la fase volátil.

#### **Cámara de ahumado**

La cámara de ahumado es un equipo donde se colocan los productos para ser ahumados y permite poner en contacto el humo con los productos cárnicos.

La cámara de ahumado puede ser un horno ahumador que permite también el cocinado de los productos, dotado de chimenea, termómetro, termocuplas, control de humedad relativa. De esta manera se puede cocinar primero el producto y después ahumarlo o cocinarlo y ahumarlo simultáneamente.

También a nivel artesanal se pueden combinar en una sola estructura, el generador de humo en la parte inferior, la trampa para partículas en suspensión en la parte intermedia y la cámara de ahumado, en la parte superior.



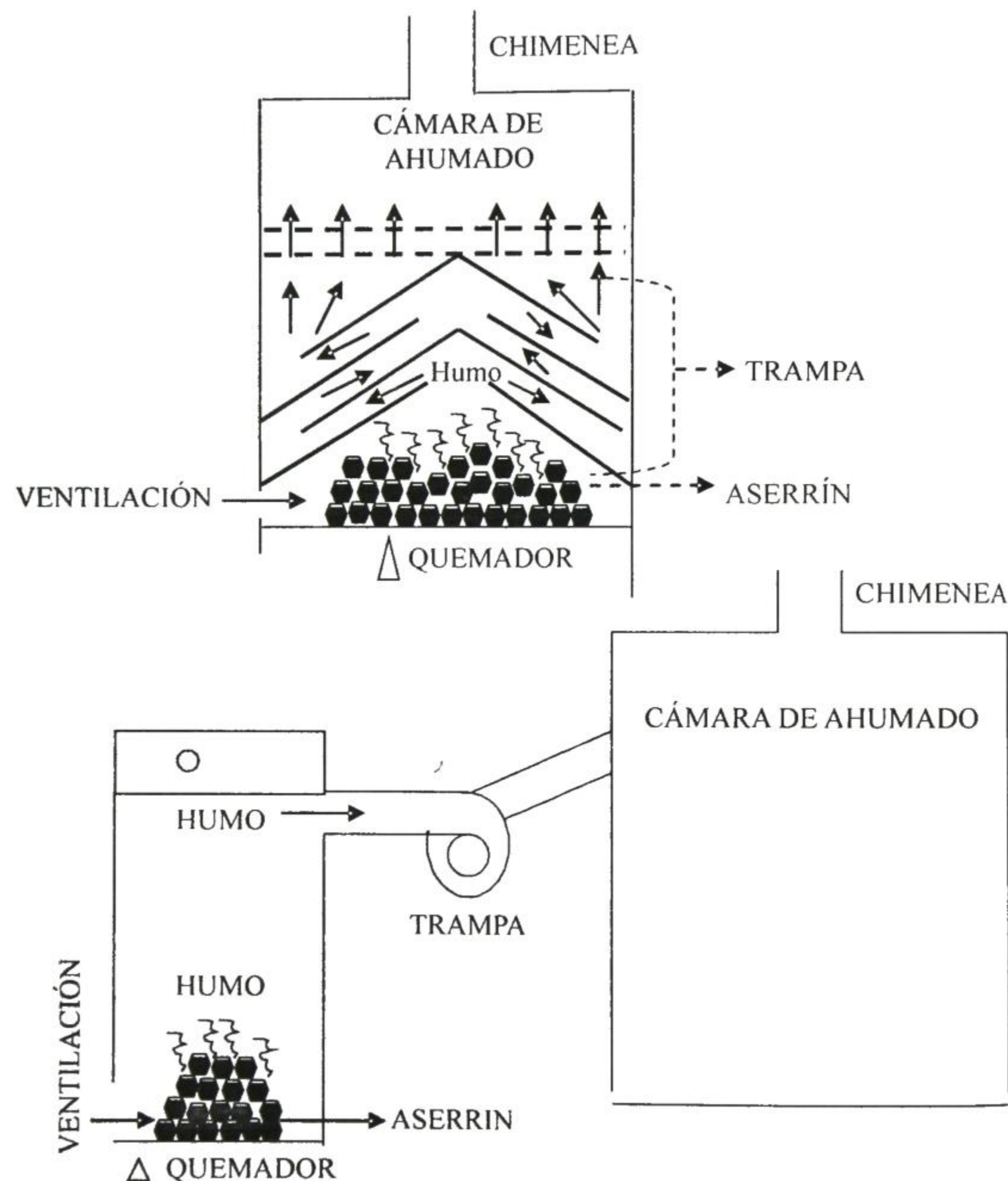


Figura 20. Ahumadores para producción de humo por Quemado.

### MÉTODO DE PRODUCCIÓN DE HUMO POR FRICCIÓN

En el método por fricción se tienen que indicar algunas diferencias con el método por quemado especialmente en la generación de humo y en la trampa para partículas en suspensión y por lo tanto existen diferencias en los equipos al

respecto. Al efecto se consideran los siguientes aspectos:

#### 1- La madera:

La madera (no resinosa), la constituye un listón con las siguientes dimensiones para la superficie de fricción 50 x 100 mm. (5x10 cm = 50 cm<sup>2</sup>)

#### 2- Estructura del generador de humo (Fig. 21)

Tiene un peso (23,5 Kg) para compresión de la madera sobre un rotor cilíndrico de fricción.

Tiene un rotor cilíndrico con armazón (enrejado), hueco para ventilación, con bordes de fricción para producir corte por arrastre que gira a una velocidad aproximadamente 1.400 r.p.m

#### 3- Un depósito de agua en la parte inferior del área de fricción.

El agua funciona como trampa para las partículas en suspensión que se producen en el humo por fricción. Como la parte de salida del humo está dotada de una lámina que en parte, cierra la salida, obliga al humo a pasar rozando la superficie del agua, lo que ayuda al efecto de trampa.

#### 4- Factores de los cuales depende la producción del humo. Sus efectos en este sistema:

- Combustible: listón de madera de las dimensiones indicadas.
- Oxígeno: está dado por la ventilación que se produce desde el centro del rotor hacia la superficie de fricción a través de los espacios de enrejado.
- La temperatura de fricción esta determinada por lo siguiente: la presión de la madera sobre la superficie de fricción que depende del peso aplicado sobre la madera, el cual es fijo. (23,5 Kg), y de la

$$\text{Presión} = \frac{\text{Peso}}{\text{Superficie}} = \frac{23,5\text{Kg}}{50\text{Cm}^2} = 0,47\text{Kg/cm}^2$$

- Velocidad de rotación del rotor la cual también resulta fija alrededor de las 1.400 r.p.m.

La concentración de humo en la cámara de ahumado y la intensidad del ahumado lo determinan:

- Tiempo de fricción: se refiere al tiempo continuo durante el cual el rotor gira en forma continua sobre la superficie de fricción y es programable a los 10, 15, 20 o más segundos continuos.
- Intervalo de fricción: se refiere al periodo de tiempo que hay entre una



fricción y otra o sea desde que deja de girar el rotor hasta que se vuelve a disparar, también se puede programar para 1, 2, 10, 15 o más minutos.

- Tiempo de exposición: corresponde al período de tiempo durante el cual va a estar expuesto el producto cárnico, a la operación de ahumado, de manera que incluye todos los tiempos e intervalos de fricción. También se puede programar para varios minutos o varias horas.
- A título de ejemplo integrando tiempo de fricción, intervalo de fricción y tiempo de exposición podría ser el siguiente programa: 15" segundos tiempo de fricción 5' minutos intervalo de fricción y 2 horas tiempo de exposición (tiempo de ahumado)

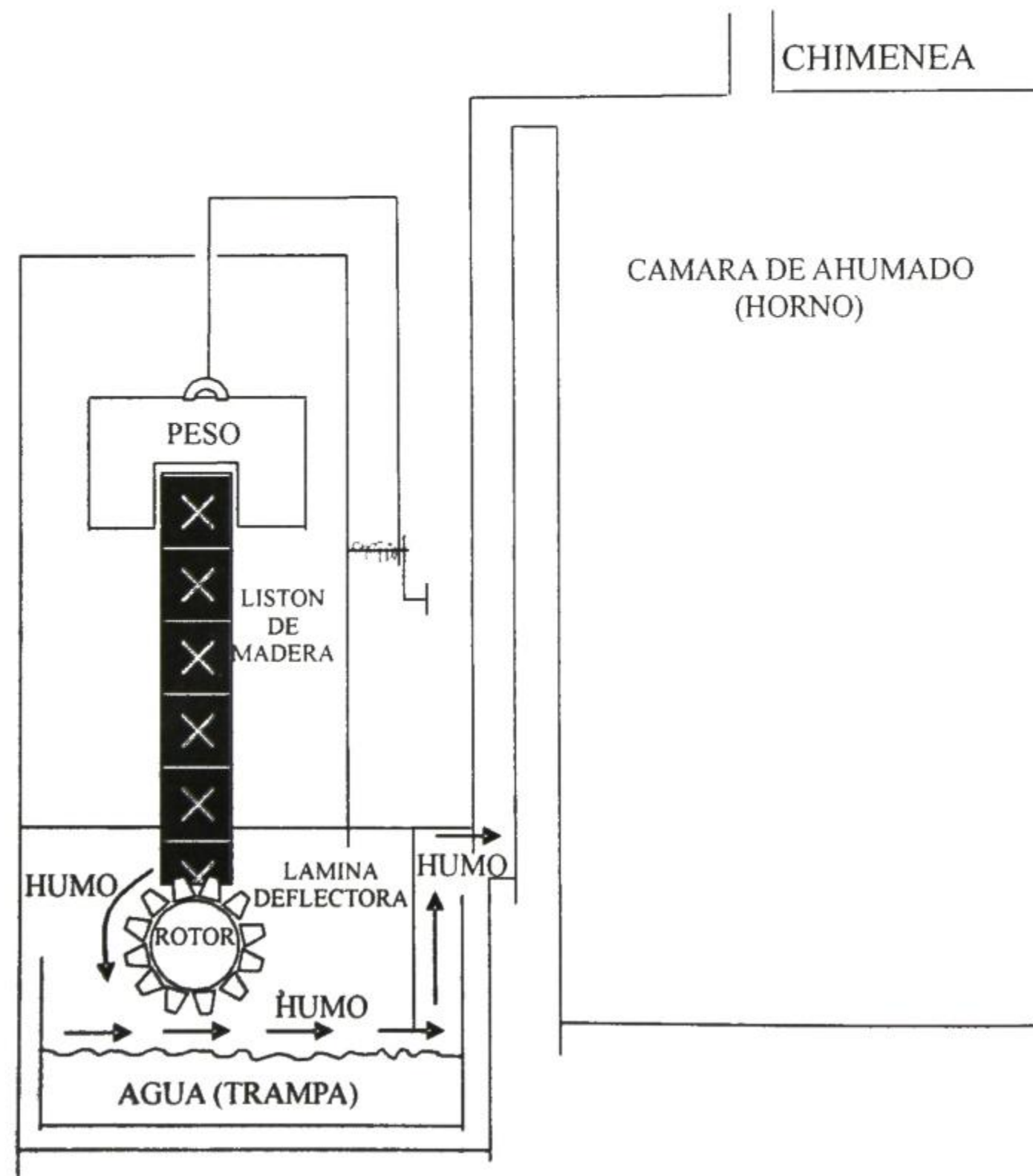


Figura 21. Ahumador con generador de humo por fricción.

## CAPITULO III

### TECNOLOGÍA Y EQUIPOS QUE SE UTILIZAN EN LOS PROCESOS DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS.

En los procesos para la obtención de productos cárnicos se aplican tecnologías apropiadas y equipos que responden a las características de los ingredientes y aditivos que forman parte de los productos y los aspectos que orientan sobre su aplicación, los cuales fueron considerados en los capítulos I y II.

Este capítulo cubre la tecnología y equipos que intervienen en los diferentes procesos para la elaboración de productos cárnicos.

### EMULSIONES CÁRNICAS

La emulsión en términos generales se define como la mezcla de dos líquidos inmiscibles, uno de los cuales se dispersa en forma de pequeñas gotitas o glóbulos en el otro. El líquido en forma de pequeñas gotitas se denomina fase dispersa y aquel en el que están dispersas las gotitas se denomina fase continua.

La estabilidad de las emulsiones cárnicas, está determinada fundamentalmente por las proteínas miofibrilares (especialmente miosina y actina) cuyo mecanismo de acción es el siguiente:

Las proteínas son compuestos químicos que tienen sitios o cadenas cargadas (polar) y sitios o cadenas no cargadas (no polar). La carga de las proteínas miofibrilares depende del pH del medio y está influida por el ión cloro (Cl) proveniente de la sal agregada. En el caso de la emulsión cárnica, normalmente el pH está ligeramente por encima del punto isoeléctrico de las proteínas miofibrilares, por lo cual éstas están cargadas negativamente y el ión Cl, favorece esa negatividad.

En la forma más simple podríamos indicar que la proteína está constituida por un grupo polar y uno no polar, entonces, en la emulsión, la parte no polar de la proteína se orienta hacia los glóbulos de grasa y la parte polar hacia el agua, de esta forma las proteínas evitan la fusión de los glóbulos de grasa manteniéndolos independientes en dispersión y dando así estabilidad a la emulsión.

En la fabricación de embutidos tipo emulsión (salchicha) uno de los componentes que se agrega es grasa animal (normalmente es tocino), otro es la carne, la cual aporta el agua de constitución, se agrega hielo (agua) y sal en un porcentaje variable 2-3%. Al actuar la cortadora ("cutter") sobre estos componentes determina que las partículas de grasa se reduzcan a pequeños



glóbulos, la carne es desmenuzada, lo cual facilita, la acción de la solución salina sobre las proteínas miofibrilares, solubilizándolas (necesitan sal para solubilizarse) de esta manera la grasa va a formar la fase dispersa, el agua la fase dispersante o continua constituyendo la emulsión, entrando las proteínas miofibrilares a estabilizar la emulsión de acuerdo al mecanismo descrito anteriormente (factor emulsificante). Luego durante la cocción del embutido se produce una coagulación de las proteínas formando una estructura definitivamente estable en el sistema (Smith et al., 1975).

Price y Schweigert (1971), indican que los principales emulsionantes de las emulsiones cárnicas son las proteínas solubles en soluciones salinas, miosina y actina, combinadas formando actomiosina. Indican igualmente que las proteínas solubles en agua de procedencia sarcoplásmica y las proteínas insolubles en agua provenientes del tejido conectivo, tienen muy poca participación en la emulsificación de las grasas; pero se ha comprobado, que en presencia de sal las proteínas hidrosolubles (sarcoplásmicas) incrementan ligeramente su capacidad emulsionante. También ratifican lo mencionado anteriormente sobre el pH y el Cl cuando destacan, que la eficacia emulsionante y en último término la estabilidad de las emulsiones cárnicas, depende tanto del pH de la carne como de la cantidad de sal empleada en la formulación indicando que el pH de la carne en estado de post-rigor suele estar dentro del margen 5,3 - 5,7, mientras que el punto isoelectrico de las proteínas solubles en soluciones salinas se encuentran dentro de la proximidad de un pH de 5,0 y la fuerza iónica normal de las emulsiones cárnicas es de 0,6, valor que equivale aproximadamente al de una solución de cloruro sódico (sal) 0,5 M, o sea, un 2,5 % de sal (en relación a la solución).

Forrest et al. (1975), destacan la importancia que tiene el control de la temperatura durante el cortado y emulsificación, pues ésta aumenta debido a la fricción durante estas operaciones. Si la temperatura se eleva demasiado durante el emulsificado, la emulsión se rompe durante la cocción. Ellos indican que la temperatura máxima permisible depende del tipo de equipo utilizado para emulsificar. Cuando se emplean molinos emulsionantes de gran velocidad pueden alcanzarse temperaturas finales de 20-25 °C sin ejercer deterioro en la estabilidad; cuando se emplean cortadoras (cutter silenciosos) de velocidad mucho más lenta, deben mantenerse temperaturas más bajas.

La industria procesadora de carne en el país tiene por norma, no sobrepasar en las cortadoras (cutter) temperaturas de 15-16 °C, pues de lo contrario se presentan problemas. Una buena medida que pone en práctica la industria es incorporar la carne en panelas congeladas a la cortadora de carne congelada para que después del molino llegue al "cutter" todavía congelada y agregar el

agua de la formula del embutido en forma de hielo de manera de lograr el cortado y emulsificado sin sobrepasar la temperatura de 15°C.

En el laboratorio de procesamiento de la carne de la UNELLEZ hemos logrado emulsiones cárnicas estables en la cortadora (cutter) agregando la carne y la grasa a 0°C y el agua en forma de hielo alcanzando la temperatura máxima de 16°C, al final del emulsionado.

De lo expuesto anteriormente se puede resumir que la emulsión cárnica contempla dos aspectos conceptuales:

### DESARROLLO Y ESTABILIZACIÓN DE LA EMULSIÓN CÁRNICA.

Para facilitar su explicación se recurre a la figura 22, la cual ilustra los aportes de cada componente al desarrollo y estabilización de la emulsión cárnica durante la operación de emulsionado. La grasa agregada (tocino), da origen a pequeños glóbulos de grasa, la carne (bovino o cerdo), da origen a pequeñas partículas de carne y el agua (hielo), más la sal (2-3 %), dará origen a una solución salina que determina la solubilización de las proteínas miofibrilares. El conjunto de esos componentes forman la emulsión cárnica donde el agua forma la fase dispersante y las proteínas miofibrilares ayudan a mantener la grasa en forma dispersa dando de esta forma estabilización a la emulsión cárnica.

En tal sentido el desarrollo y estabilización de la emulsión cárnica comprende tres principios

### PRINCIPIOS DEL DESARROLLO DE LA EMULSIÓN CARNICA

Formación de glóbulos de grasa, a partir del tocino agregado y su dispersión en el agua agregada y de constitución de la carne.

Extracción de las proteínas miofibrilares de la carne y su solubilización en la solución salina constituida.

Estabilización de la emulsión cárnica por acción directa de las proteínas miofibrilares solubilizadas.



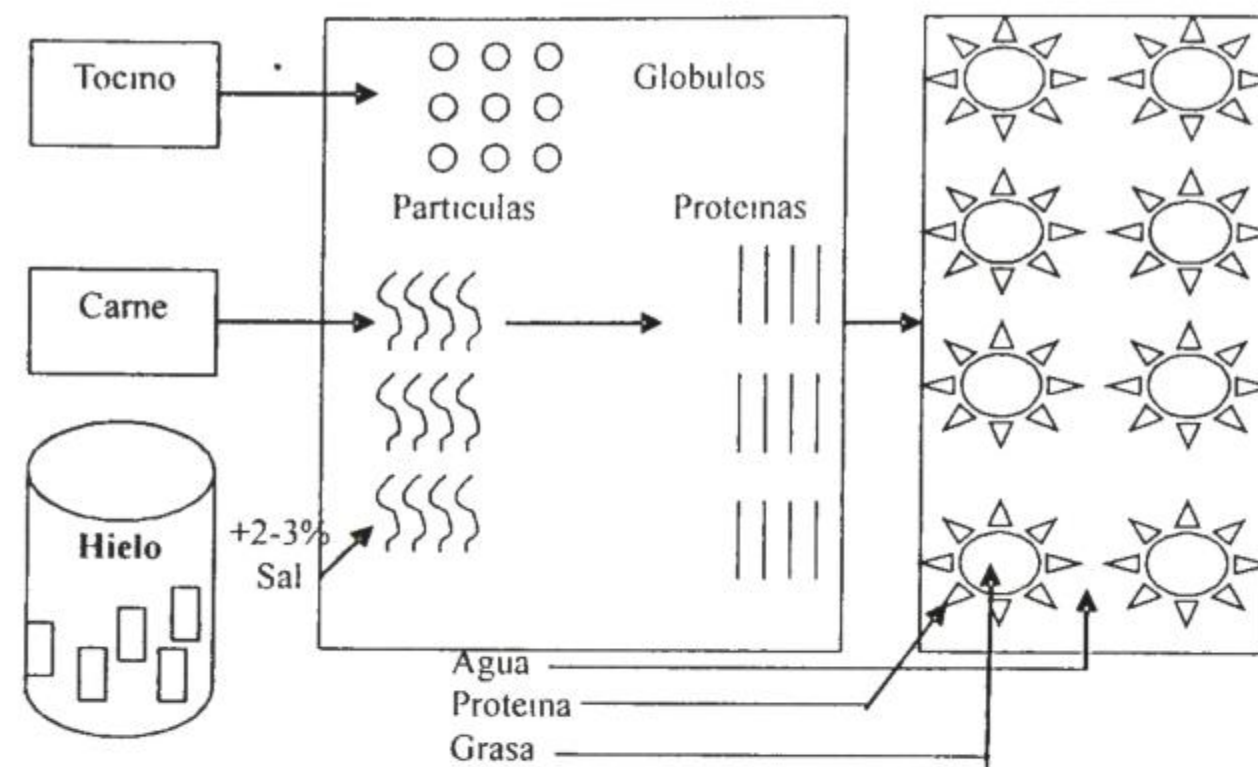


Figura 22. Desarrollo de la emulsión

### MECANISMO DE ACCIÓN DE LAS PROTEÍNAS.

Las proteínas tienen sitios cargados (polar) y sitios no cargados (no polar). Esto se esquematiza en la figura 23, donde el balance final de la carga de las proteínas, está dado por el valor del pH e influido por las concentraciones de iones cloro ( $\text{Cl}^-$ ) provenientes de la sal que se agrega al sistema (emulsión).

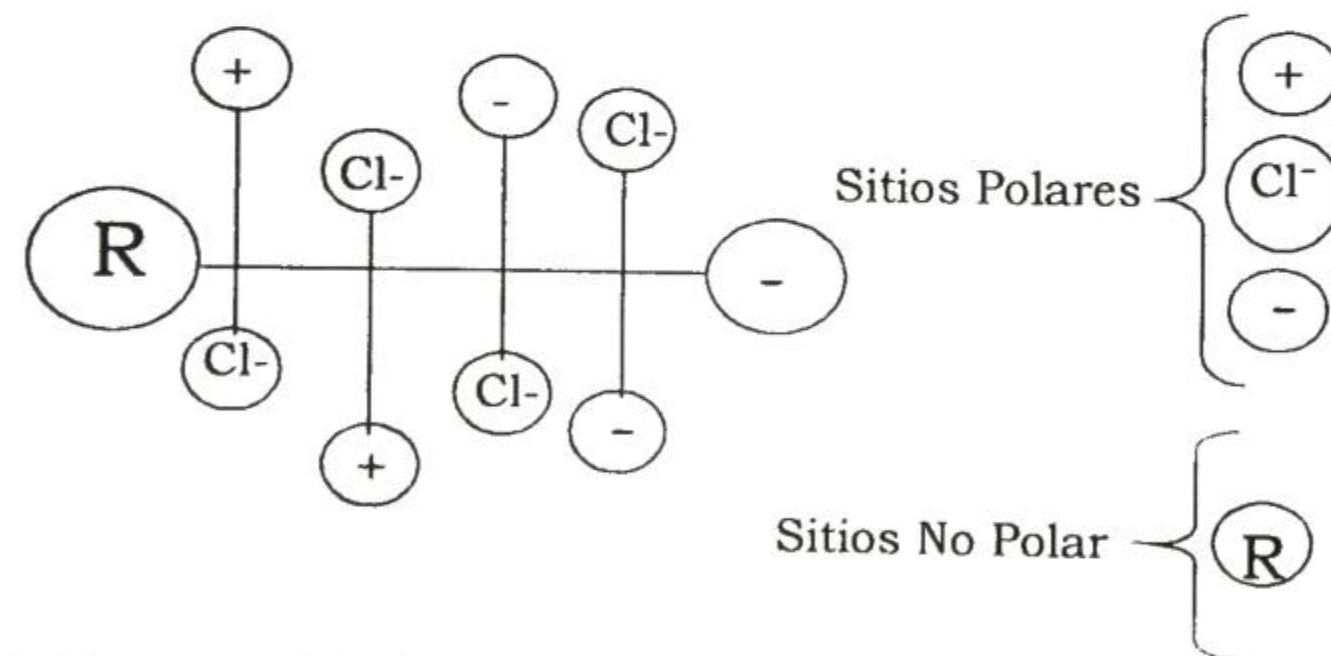


Figura 23.- Representación de las cargas de las proteínas miofibrilares.

En el caso de la emulsión cárnica el pH está ligeramente por encima del punto isoeléctrico de las proteínas miofibrilares por lo cual éstas están cargadas negativamente y el  $\text{Cl}^-$  incrementa esa negatividad.

En forma simple la proteína se puede presentar de acuerdo a lo establecido en la figura 24, donde se evidencia una parte polar y otra no polar.



Figura 24.- Representación simplificada de las proteínas

La grasa es un componente no polar y el agua es un componente polar por tal motivo en la emulsión cárnica la parte no polar de las proteínas se orienta hacia las grasas y la parte polar hacia el agua como lo indica la figura 25. De esta manera, las proteínas forman una capa proteica con carga igual hacia afuera alrededor de cada uno de los glóbulos de grasa, de manera que cuando estos se acercan, ocurre una repulsión por cargas iguales (negativas), evitando así la fusión de las partículas de grasa, manteniéndolas independientes en dispersión y dando estabilidad a la emulsión. Durante el cocinado las proteínas se coagulan formando una estructura proteica definitivamente estable en el sistema (embutido).

Es importante indicar que cuando un glóbulo de grasa se divide en dos aumenta su superficie y necesitará más proteínas para lograr estabilidad, por tanto en el desarrollo y estabilización de la emulsión, es necesario tomar en consideración:

1) La cantidad de grasa, 2) El tamaño de los glóbulos de grasa y 3) La cantidad de proteína funcional disponible para lograr la estabilidad de la emulsión. También se debe tomar en cuenta que la temperatura final en la emulsión afecta la funcionalidad de las proteínas, por lo cual no debe exceder los 15-16°C.

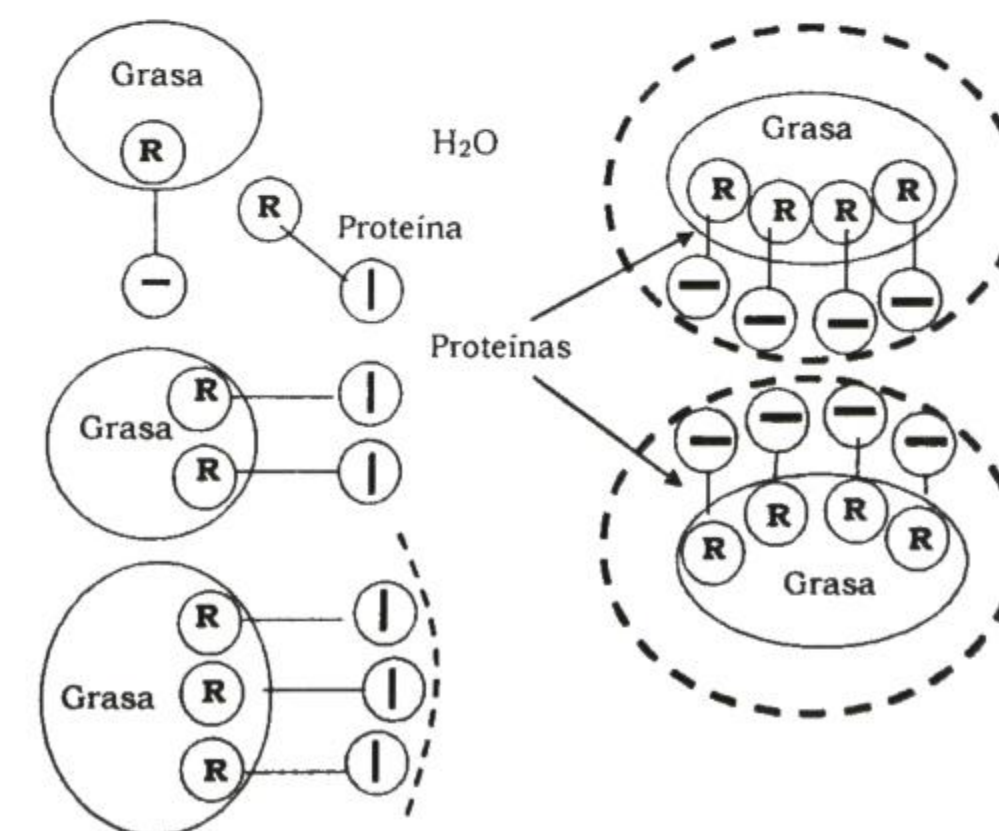


Figura 25.- Estabilización de la Emulsión Cárnica.



## ESTRUCTURA COMPLETA DE LA EMULSIÓN CÁRNICA

Como lo indica la figura 26 la estructura de una emulsión cárnica está formada por los glóbulos de grasa cubiertos por una capa de proteínas estabilizadoras, fracciones de fibras musculares y tejido conectivo que se encuentran en el medio acuoso de la emulsión, en suspensión en el cual también tiene proteínas del sarcoplasma en solución. Según Ordóñez et al. (1998) Wirth (1992), Gerwith Huber y Regenstein (1988), en la pasta de la emulsión hay proteínas miofibrilares disueltas (SOL) que al cocinar forman un entramado tridimensional (GEL) que permite la inclusión o fijación de grasa y partículas del tejido graso dentro del GEL contribuyendo significativamente a la estabilización de los productos tipo emulsión. En tal sentido, García (2005) obtuvo resultados efectivos utilizando la prueba de plegado para evaluar la fuerza del GEL en salchichas tipo emulsión, la cual es una prueba específica para evaluar productos tipo GEL. Esto confirma la participación del GEL de proteínas miofibrilares en la estructura de los productos tipo emulsión (Salchichas, Bologna).

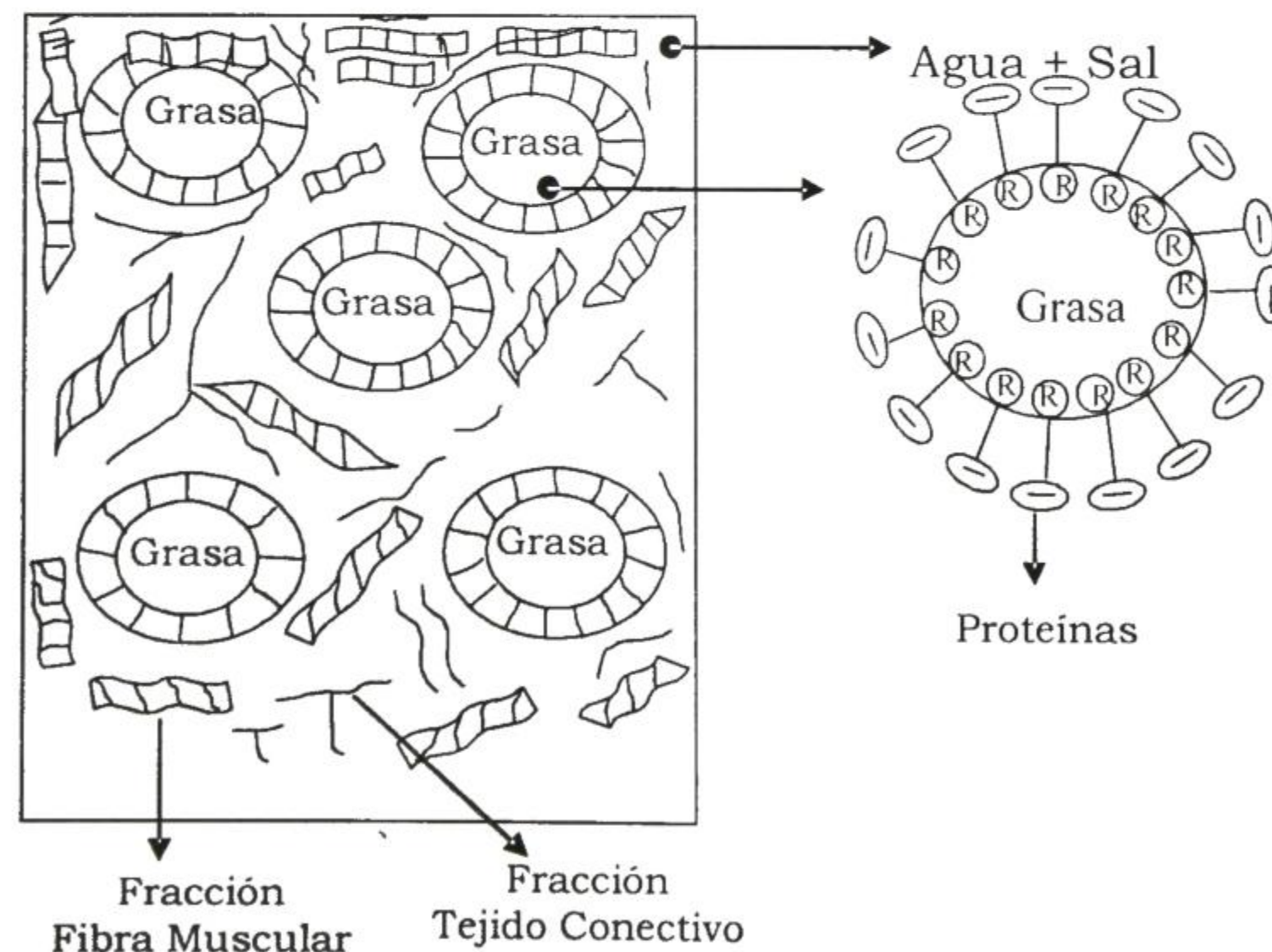


Figura 26.- Otros componentes que forman parte de la emulsión, además de la grasa estabilizada por proteínas.

## EMBUTIDOS

### FORMULACIÓN:

#### ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA FORMULACIÓN:

Para formular embutidos se deben tomar en consideración diferentes aspectos que determinan la composición y proporciones de los ingredientes y aditivos que la forman. Estos se pueden agrupar en cuatro grupos principales, como son: 1) Composición, 2) Tecnológicos, 3) Legales y 4) Económicos.

#### 1) Composición:

Se debe determinar la composición de las materias primas para poder estimar la composición del producto final. Pues de la composición de cada uno de los ingredientes conjugados en la fórmula, resultará la composición del producto elaborado.

#### 2.- Tecnológicos:

Se refiere a los aspectos más ampliamente discutidos en el presente libro, son la base de la funcionalidad y comportamiento tecnológico de los ingredientes de la fórmula, determinan los parámetros que se deben controlar en cada una de las operaciones involucradas en el proceso de elaboración de un producto y las técnicas de empaquetado, condiciones de conservación y manejo del producto terminado.

#### 3.- Legales:

Se deben considerar tanto las leyes, reglamentos y normas oficiales como los patrones y normas de calidad de cada industria o empresa en particular. Estos serán considerados en el capítulo IV del presente libro.

#### 4.- Económicos:

Se deben considerar los costos de las materias primas utilizadas en la formulación del producto para poder estimar el costo del producto final, factor determinante para establecer las ganancias que se pueden obtener con la venta del producto terminado. Aún cuando es un aspecto muy importante a considerar en la formulación, éste libro no lo cubre dada su orientación específicamente de carácter tecnológico.

## COMPOSICIÓN

El método de cálculo utilizado para ilustrar este ítem, corresponde a un método sencillo desarrollado por el autor para estimar la composición proximal del producto, a partir de la composición proximal de los ingredientes (M.P) que lo forman.



Este aspecto puede ser ilustrado mediante la solución de un problema que toma como base de cálculo la composición de los ingredientes fundamentales del producto y la participación porcentual de esos ingredientes en la fórmula de una partida (Batch) propuesta:

**Problema:**

Hacer por la vía de cálculo un estimado de la composición del producto final tomando como base, la composición de las materias primas y la participación porcentual de los ingredientes (MP) en la fórmula para una partida (BATCH), de 140 Kg, suponiendo que no habrá pérdidas durante el proceso de elaboración.

a) Composición de los ingredientes fundamentales:

El análisis proximal, reportó los siguientes resultados de composición para las materias primas fundamentales de la partida propuesta:

Materias primas	Proteína	Grasa	Humedad
	%	%	%
Carne de Bovino	18	6	76
Carne de Cerdo	16	12	72
Tocino	4	85	11

b) Participación porcentual de los ingredientes en el "Batch" o partida de 140 Kg propuesta:

La participación de los ingredientes en la partida mediante una formula de composición.

Fórmula:

Composición de la partida (batch)

Carne de bovino	35 %
Carne de cerdo	20 %
Tocino	25 %
Especias condimentos y aditivos	5 %
Agua agregada	15 %
Total	100 %

**Solución Del Problema:**

1.- El primer paso es calcular la cantidad de cada uno de los ingredientes en la partida de 140 Kg.

Se sigue el siguiente cálculo típico:

Si 100 Kg. de partida tienen 35 Kg. de Carne de bovino  
140 Kg. de partida tienen X Kg. de Carne de bovino

$$X = \frac{140 \text{ Kg.} \times 35 \text{ Kg.}}{100 \text{ Kg.}} = 49 \text{ Kg. de carne de bovino}$$

Los 140 Kg. de partida tienen 49 Kg. de carne de bovino.

Siguiendo el mismo método (cálculo típico) se obtienen los Kilogramos (Kg) para los demás componentes de la fórmula propuesta para la partida de 140 Kg.

Kg. de ingredientes en la partida propuesta

Ingredientes	Kg.
Carne de bovino	49
Carne de cerdo	28
Tocino	35
Especias condimentos aditivos	7
Agua agregada (hielo)	21
Total	140

2.- El segundo paso se refiere al cálculo en Kg. de proteína de grasa y humedad que contendrá la partida total (140 Kg.)

**Cálculo típico para proteína.**

Si 100 Kg. carne de bovino tienen 18 Kg. de proteína  
49 Kg. de carne de bovino tienen X Kg. de proteína

$$X = \frac{49 \text{ Kg.} \times 18 \text{ Kg.}}{100 \text{ Kg.}} = 8,82 \text{ Kg de proteína}$$

Siguiendo el mismo método (cálculo típico) se obtienen resultados para la proteína de la carne de cerdo y tocino cuya sumatoria con la de bovino reporta la cantidad en Kg. de proteína en la partida (140 Kg.).



Kg. de proteína en la partida (140 Kg.)

Ingrediente	Proteína aportada
Carne de bovino	8,82 Kg.
Carne de cerdo	4,48 Kg.
Tocino	1,40 Kg.
Total	14,70 Kg.

**Cálculo típico para grasa**

Si 100 kg. de carne de bovino tienen 6 Kg. de grasa  
 49 Kg. de carne de bovino tienen X kg. de grasa

$$X = \frac{49 \text{ Kg.} \times 6 \text{ Kg.}}{100 \text{ Kg.}} = 2,94 \text{ Kg. de grasa}$$

Siguiendo el mismo método (cálculo típico) se obtienen resultados para grasa de la carne de cerdo y tocino cuya sumatoria con la de bovino reporta la cantidad en Kg. de grasa en la partida (140 kg.).

Kg. de grasa en la partida (140 Kg.).

Ingrediente	grasa aportada
Carne de bovino	2,94 Kg.
Carne de cerdo	3,36 Kg.
Tocino	29,75 Kg.
Total	36,05 Kg.

**Cálculo típico para humedad**

Si 100 Kg. de carne de bovino tienen 76 Kg. de agua  
 49 Kg. de carne de bovino tienen X kg. de agua

$$X = \frac{49 \text{ Kg.} \times 76 \text{ Kg.}}{100 \text{ Kg.}} = 37,24 \text{ Kg. de agua}$$

Siguiendo el mismo método (cálculo típico) se obtienen los resultados para el agua de la carne de cerdo y tocino, cuya sumatoria con la de bovino y el agua agregada bajo la forma de hielo reporta la cantidad en Kg. de agua en la partida (140 Kg.).

Kg. de agua en la partida (140 Kg.)

Ingrediente	agua aportada
Carne de bovino	37,24 Kg.
Carne de cerdo	20,16 Kg.
Tocino	3,85 Kg.
Agua agregada (Hielo)	21,00 Kg.
Total	82,25 kg.

Kg. de especias en la partida (140 Kg.)

Especias según cálculo anterior 7 Kg.

Los kilogramos de proteína, grasa, agua y especias deberá sumar el peso total de la partida (140 Kg.).

Proteína total	14,70 Kg.
Grasa total	36,05 Kg.
Agua total	82,25 kg.
Especia condimentos aditivos	7,00 Kg.
Total	140,00 Kg

Porcentaje de cada componente (Proteína, grasa agua y especias) en la fórmula en el producto a obtenerse.

**Calculo típico para porcentaje (%) de cada componente**

Si 140 Kg. de partida tienen 14,70 Kg. de Proteína  
 100 Kg. de partida tienen x Kg. de Proteína

$$X = \frac{100 \text{ Kg.} \times 14,70 \text{ Kg.}}{140 \text{ Kg.}} = 10,5 \% \text{ proteína}$$



Siguiendo el mismo método (cálculo típico) se obtienen los resultados para grasa, agua y especias condimentos y aditivos expresados en forma porcentual y cuya sumatoria con el % para proteína deberá sumar 100 % de la composición del producto final.

#### Composición porcentual del producto final

Proteína	10,50%
Grasa	25,75%
Agua	58,75%
Especias	5,00%
Total	100,00%

Esta es la composición estimada del producto final obtenida por vía de cálculo y bajo el criterio pre-establecido de que no existen pérdidas en el proceso.

Observación: El método indicado permite un estimado teórico de la forma en que la composición de las materias primas afecta la composición del producto terminado y esto da una orientación aproximada al respecto. Pero estos resultados nunca pueden tomarse como definitivos, pues en la práctica ocurren algunos imprevistos que no pueden ser ponderados por este método teórico.

#### Imprevistos a considerar:

- 1.- Pérdidas asociadas a pequeñas porciones de la partida que se quedan en los utensilios y equipos utilizados durante el proceso. Estas pérdidas son normalmente más significativas si se trata de la primera partida que de las partidas sucesivas que se procesan después de la primera para cada jornada de trabajo, al final de la cual se realiza limpieza de equipos y utensilios.

Estas pérdidas también están afectadas por la destreza de los operadores que trabajan en las diferentes operaciones del proceso. En este caso las pérdidas son proporcionales para todos los componentes de la fórmula.

- 2.- Pérdidas por evaporación: Durante varias operaciones del proceso pueden ocurrir pérdidas significativas por evaporación especialmente durante el cocinado del producto. En este caso la pérdida la constituye fundamentalmente el componente agua (humedad).

- 3.- Pérdidas por goteo: Esta pérdida la constituye un goteo que ocurre fundamentalmente durante el cocinado por efecto de la acción del calor de cocción y los cambios físico-químicos que ocurren durante esa operación. En este caso la pérdida fundamental la constituye también el agua pero puede haber proteínas y otros componentes disueltos en el agua, puede haber pérdidas de proteínas del tejido conectivo por la gelatinización del colágeno con goteo de gelatina, igualmente puede haber pérdida por goteo de grasa fundida durante el cocinado o ruptura de la emulsión con "grasa hacia fuera".

Como se puede observar, pueden ocurrir pérdidas de componentes de la fórmula que no se pueden prever por la vía de cálculo indicado, especialmente porque esas pérdidas están asociadas a las condiciones en que se realiza cada operación en particular y se pueden modificar variando aspectos tanto en la formulación como en los parámetros que afectan cada operación.

De lo anterior se desprende que después del estimado por la vía del cálculo, se debe recurrir a la experimentación práctica que consiste en hacer varias corridas del proceso que permite optimizar cada una de las operaciones involucradas en el mismo y basarse en evaluaciones físico-químicas y microbiológicas del producto, para que una vez uniformizadas las condiciones hacia un producto óptimo se pueda concluir que una fórmula determinada sometida a un proceso "estandarizado" produce un producto con una composición final que no evidencie diferencias significativas, entre partidas.

Una vez cumplida esa etapa de estandarización de la fórmula y los parámetros del proceso, se puede ir con confianza a un proceso de producción que solo será sometido a los controles de calidad establecidos al respecto para cada caso.

## ELABORACIÓN DE EMBUTIDOS TIPO EMULSIÓN

## RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE CARNE PARA EMBUTIDOS

La carne se recibe en la industria bajo dos presentaciones:

- Carne de "cachete" en panelas congeladas. Esta carne se produce mediante el desposte de la cabeza del animal bovino, lo cual se hace en el matadero y es congelada en bandejas que le dan la forma de panelas o bloques congelados.



- Carne en canal "tipo industria". Esta carne es despostada en la industria e igual que para la carne de "cachete" se congela en bandejas que le dan la forma de bloques congelados de carne.
- Cuando se agrega cuero de cerdo o vísceras también se congelan previamente en la forma descrita.
- La carne congelada a temperaturas entre  $-35^{\circ}\text{C}$  -  $40^{\circ}\text{C}$ , es almacenada a la misma temperatura, hasta su utilización para la elaboración de embutidos en la proporción que indique la formula previamente establecida.

## SALCHICHAS

### DESCRIPCIÓN DEL PROCESO (OPERACIONES: VER PROCESO TECNOLÓGICO 1)

#### Cortado de carne congelada.

Consiste en someter los bloques de carne congelada a una operación de cortado, que se traduce en reducirlos a pequeños trozos de carne congelada de menor tamaño que permitan someterlas al molido.

#### Molido

Consiste en someter los trozos de carne provenientes del cortado a la acción del molino que la va a transformar en trozos mucho más pequeños con la típica estructura de la carne molida.

#### Cortado- Mezclado

Consiste en agregar a la carne los demás componentes de la fórmula siendo sometidos a una acción de cortado continuo y repetido de cuchillas giratorias, produciéndose a su vez una distribución homogénea de todos los ingredientes y aditivos, en esta operación el agua se agrega congelada (hielo) para evitar que la fricción del cortado y mezclado produzca una elevación de temperatura que supere los  $16^{\circ}\text{C}$ .

Si esta operación se continúa después de logrado el cortado y mezclado se puede llegar al emulsionado del producto, siempre cuidando de mantener la temperatura de la emulsión por debajo de  $16^{\circ}\text{C}$ .

#### Emulsificado o emulsionado

En esta operación la mezcla con una previa distribución homogénea de los ingredientes y aditivos de la fórmula, se somete a un minucioso cortado de alta velocidad y partículas mínimas donde la grasa se convierte en pequeños

glóbulos, generando con el agua del medio una emulsión cárnica estabilizada por proteínas miofibrilares.

#### Embutido o llenado

Consiste en introducir a presión la emulsión cárnica en una tripa apropiada, que le va a servir como recipiente o contenedor, el resto del proceso y le va a definir la forma y diámetro del embutido.

#### Amarrado o torsión

Consiste en un estrangulamiento del contenido del embutido resultante del llenado, en tramos constantes por medio de amarrado o torsión mecánica, lo cual da el tamaño y peso definitivos del embutido.

#### Cocinado

Consiste en un "plan de cocinado" que se cumple en tres etapas que son secado, precocido y cocinado; el secado se practica a temperatura de  $65^{\circ}\text{C}/15$  minutos con "chimenea abierta" para permitir la salida de humedad que liberan los embutidos, el precocido se realiza a  $75^{\circ}\text{C}/15$  minutos con "chimenea cerrada" para iniciar el proceso de cocinado, durante el precocido se puede realizar un ahumado parcial que aporta las características de ahumado, el cocinado permite el cocinado definitivo del producto y se realiza a  $85^{\circ}\text{C}/20$  minutos con chimenea cerrada.

Los tiempos de cocinado pueden cambiar dependiendo del diámetro del embutido y garantizando que el embutido logre una temperatura de  $70^{\circ}\text{C}$  en el centro.

#### Ducha

Después del cocinado se realiza una ducha con agua potable fría a fin de provocar un descenso rápido de la temperatura del embutido. Es frecuente que la industria utilice un enfriador de operación continua con solución salina, sumergiendo o asperjando los embutidos. La concentración de 6 % de sal en la solución resulta cerca del balance osmótico de los embutidos. Se han logrado descensos de temperaturas hasta  $4-5^{\circ}\text{C}$  en 7 a 8 minutos. La solución de 6 % de sal corresponde a un adecuado balance que evita el paso de sal del embutido a la solución (lixiviado) o de agua de la solución del baño al embutido.

#### Refrigeración

Se puede aplicar esta operación ( $0-4^{\circ}\text{C}$ ) a fin de uniformizar la temperatura baja en la salchicha y favorecer el pelado, colocándola a su vez en condiciones de temperatura para estabilidad microbiológica del empaquetado al vacío. Pero debe evitarse la deshidratación de los embutidos por lo cual deben ser cubiertos con protectores.



**Pelado**

Esta operación consiste en remover la salchicha de la tripa por medio de aplicación de vapor, cortado y aplicación de aire a presión dentro de un ducto de diámetro del embutido.

**Empaquetado al vacío**

Consiste en colocar las salchichas en paquetes de peso estandarizado con extracción del aire y sellado térmico en una cámara al vacío de operación continua.

**Refrigeración**

El producto se almacena en refrigeración hasta su despacho.

**DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN**

(Equipos, ver línea del proceso tecnológico 1.)

**Cortadora de carne congelada o escamadora**

Consiste en un cilindro con dientes o salientes en la superficie que gira en el sentido de las agujas del reloj en cuya parte inferior se desliza una plataforma metálica con una escasa separación cuando las panelas se colocan sobre la plataforma y se desliza hacia el cilindro giratorio es sometida a la acción de los dientes cortadores del cilindro y convertida en trozos mas pequeños.

**Molino**

Es un equipo provisto de una tolva de recepción la cual recibe los trozos de carne provenientes de la cortadora y los descarga sobre un tornillo sin fin que está encerrado dentro de un tubo y los empuja a presión sobre un disco perforado. Ajustada sobre este disco gira una cuchilla que corta la carne con un efecto de guillotina pasando entonces la carne a través del disco perforado, el tamaño de los trozos que forman los cilindros de carne depende del diámetro de los orificios del disco utilizado y de la velocidad de la cuchilla.

**Cortadora (Cutter)**

En este equipo se realiza el cortado (picado) y mezclado de la carne y demás ingredientes y aditivos. El equipo contiene un artesa giratoria, el cual hace que los ingredientes de la fórmula pasen a través de un conjunto de cuchillas, colocadas en un eje horizontal el cual gira con velocidad variable, también contiene un termómetro que registra la temperatura de la pasta durante la operación.

**Emulsionador o molino coloidal**

Este equipo posee una tolva que recibe mezcla que viene del cutter; y la conduce a una cuchilla rotativa de alta velocidad obligándola a pasar a través de un plato fijo perforado con orificios de pequeño diámetro (2 mm) permitiendo así la formación de una pasta fina (emulsión).

**Embutidora**

La embutidora más común es de "tipo pistón", la cual consta de un cilindro, dentro del cual se desplaza un pistón (embolo) que comprime el contenido a embutir contra la tapa, que al ofrecer resistencia determina que éste se vea obligado a salir del cilindro (cámara de la embutidora) a través del embudo (boquilla) de llenado del diámetro que corresponda a la tripa seleccionada para el embutido en proceso de elaboración, depositando el contenido en su interior. Pueden ser hidráulicos o neumáticos.

La embutidora tipo pistón es utilizada en la operación por partidas (Batch) pero al aparecer la operación continua han sido desarrolladas las embutidoras continuas que pueden tener tolva con bombas de llenado continuo y adicionalmente poseen cámara de vacío para remover el aire del producto. Ellas trabajan igual con productos finos o gruesos. Estas unidades continuas suplen igualmente torsionadoras con unidades por torsión o por grapado. Ellas pueden ser cargadas por transferencia a través de bomba, transportador o por vaciado a presión.

**Amarradora**

Hay variedad de amarradores disponibles desde torsionadoras sin cortar para separar las ataduras hasta amarradoras con hilo atado y grapadora, algunas son de alta velocidad.

**Ahumadora**

La ahumadora es un equipo compuesto por un generador de humo y una cámara de ahumado que a su vez funciona como horno de cocinado.

El generador de humo es un equipo que dispone de una fuente térmica que produce la combustión de la madera (aserrín o viruta) en presencia de una adecuada ventilación natural o favorecida por ventiladores adecuados. Tiene a su vez un dispositivo para evitar que la fase de partículas en suspensión pase a la cámara de ahumado, este dispositivo puede ser mecánico o electrostático y se conoce como "trampa para partículas en suspensión".

También existe el generador de humo por fricción, en el cual se tienen que considerar: 1) la estructura, 2) la madera, 3) la temperatura de combustión.

La producción de humo por quemado y por fricción y los equipos



utilizados para ese fin, fueron tratados en el capítulo II.

### Ducha

Puede estar ubicada en la parte superior del horno ahumador, también se puede instrumentar una cámara para duchado o inclusive se puede sustituir por un baño para inmersión en agua o salmuera fría.

### Refrigerador

Equipo dotado de un sistema de refrigeración destinado a colocar en enfriamiento los embutidos después de la ducha y donde los carros que contienen los embutidos deberán estar cubiertos con plásticos apropiados para evitar deshidratación exagerada.

### Peladora

Esta máquina está dotada de un tubo por donde pasan las salchichas y se encarga de remover la membrana o tripa de celulosa que sirve de contenedor en la fabricación de la salchicha, y basa su funcionamiento en una inyección de vapor para ablandar la membrana de celulosa, la cual luego es cortada longitudinalmente por una hojilla afilada y luego despegada de la salchicha por una inyección de aire comprimido.

### Empaquetadora al vacío

Máquina para confeccionar, llenar, evacuar el aire y cerrar bolsas planas.

Estos tipos de empaquetadoras son totalmente automáticos y realizan todas las operaciones de empaquetado. Trabajan con dos rollos de hojas planas compuestas, según el siguiente principio: la hoja compuesta sobre la mesa de la máquina. Esta mesa tiene marcado el tamaño del paquete terminado como el transporte de la hoja de plástico es intermitente, en los intervalos puede colocarse sobre ella el producto que se va a empaquetar, cuyo tamaño debe coincidir con el marcado en la mesa. Después pasa por encima la segunda hoja. En una etapa posterior en la máquina tiene efecto el vacío y el cierre (sello térmico).

Estas máquinas alcanzan altos rendimientos pues pueden confeccionar simultáneamente varios paquetes. Equipándolas con células fotoeléctricas es posible también imprimir los paquetes por separado cuando emplean hojas compuestas destinadas a ese fin (Effenberger Schotte, 1972).

Proceso Tecnológico 1. Elaboración de Embutidos Tipo Emulsión (Salchicha)

Proceso	Línea de Producción	Cambios o Eventos que ocurren en cada Operación
Cortado de carne congelada	Cortadora (Escamadora)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución de tamaño de las panelas (bloques) de carne a trozos más pequeños.</li> <li>Incremento de temperatura debido a la fricción del cortado.</li> </ul>
Molido	Molino	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución del tamaño de los trozos al aspecto típico de carne molida.</li> <li>Incremento de temperatura por fricción en el molido.</li> </ul>
Cortado mezclado	"Cutter"	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución de tamaño hasta pequeñas partículas de la carne y el resto de los ingredientes.</li> <li>Incremento de temperatura debido a la fricción durante el cortado de los ingredientes</li> <li>Distribución uniforme de todos los ingredientes y aditivos de la formula</li> <li>Formación de solución salina por la sal con el agua agregada (hielo) y el agua de constitución de la carne.</li> <li>Extracción y solubilización de proteínas miofibrilares solubles en soluciones salinas.</li> <li>Formación y dispersión de glóbulos de grasa a partir del tocino agregado</li> <li>Se inicia y mantiene la acción del pH, anión cloro (CL) y polifosfatos (PP) sobre la capacidad de retención de agua (C.R.A.)</li> <li>Inicio de acción de los nitritos sobre la mioglobina generando la metamioglobina y ésta a su vez reacciona con el ion nitrito formando la metamioglobina-nitrito generando un color marrón-gris según las siguientes reacciones:  <math>Mb + (-NO_2) \rightarrow MetaMb + (-NO_2)</math>  <math>MetaMb + (-NO_2) \rightarrow Metamb-NO_2</math> </li> <li>Inicio de la acción reductora del ácido ascórbico o los eritorbatos.</li> </ul>



Proceso	Línea de Producción	Cambios o Eventos que ocurren en cada Operación
Emulsificado	Emulsificador (Molino Coloidal)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siempre requiere la acción previa del "Cutter" que permita la adecuada distribución homogénea de todos los ingredientes y aditivos de la fórmula.</li> <li>Se produce una disminución de tamaño de los glóbulos de grasa y estabilización definitiva de la emulsión por acción de las proteínas miofibrilares.</li> </ul>
Embutido	Embutidora (Llenadora)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se mantiene el color marrón típico de la metamioglobina-nitrito.</li> <li>Continúa la acción estabilizadora de las proteínas miofibrilares sobre la emulsión.</li> <li>Se mantiene la acción del pH, sal y fosfatos sobre la C.R.A.</li> <li>Por la presión aplicada en el llenado la emulsión (pasta) toma la forma y diámetro de la tripa.</li> </ul>
Torsión o amarrado	Torsionadora o amarradora	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se produce un estrangulamiento en cada extremo de la salchicha por torsión o amarrado dando origen a la longitud, tamaño, diámetro y peso de cada salchicha mantenido por la tripa, si a este nivel la tripa se rompe el contenido se sale.</li> </ul>

Proceso	Línea de Producción	Cambios o Eventos que ocurren en cada Operación
Plan de cocinado - Secado 65°C/15 min ch. abierto -Precocido 75°C/15 min ch. cerrada - Cocinado 85°C/20 min ch. cerrada	Horno (Ahumadora)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento de temperatura</li> <li>Perdida de humedad</li> <li>Desnaturalización y coagulación de las proteínas de afuera hacia adentro con formación de cutícula y estructura proteica</li> <li>Distensión de la tripa</li> <li>Continúa el desarrollo de color de curado y se da su estabilización como nitrosomiocromo según la siguiente reacción <div style="text-align: center;"> <math display="block">\text{Metamb - NO}_2 \xrightarrow{\text{Reducción}} \text{Mb - NO (Nitrosomiocromo)}</math> <math display="block">\text{2-SH} \quad \quad \quad \text{-S-S-}</math> </div> </li> <li>Desarrollo de sabor y aroma típicos del curado.</li> <li>Destrucción de los estados vegetativos de bacterias patógenas y de putrefacción.</li> </ul>
Duchado	Ducha	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución de temperatura con solución salina a temperaturas muy bajas (-2°C), la cual facilita el pelado.</li> </ul>
Pelado	Peladora	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desprendimiento de la tripa del embutido quedando este recubierto solo por su propia cutícula proteica</li> </ul>
Empaquetado al vacío	Empaquetadora al vacío	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extracción de aire estableciendo en el interior del paquete una condición de anaerobiosis</li> </ul>
Refrigeración	Cava 4°C	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantiene la temperatura del embutido en un rango que inhibe el crecimiento de bacterias patógenas y de la putrefacción y por tanto de protección del embutido y salud del consumidor.</li> </ul>



**MORTADELA COCIDA AL HORNO (TIPO ESPECIAL)****DESCRIPCIÓN DEL PROCESO (OPERACIONES, VER PROCESO TECNOLÓGICO 2)**

Las operaciones de: Cortado de bloques congelados, Molido, Cortado y mezclado, descritas para el proceso de embutido tipo emulsión son iguales para la mortadela y se realizan con los mismos equipos, llegando en este caso hasta desarrollo de emulsión en el mismo equipo (cutter)

La operación de mezclado, consiste en incorporar los ingredientes restantes de la fórmula para la mortadela como, trozos de tocino, también harina y agua adicional de manera que éstos queden uniformemente distribuidos en la emulsión previamente elaborada.

Las operaciones embutido o llenado, amarrado, se realiza en forma manual o por grapado a presión previa torsión, cocinado: secado 65°C/1h chimenea abierta, precocido 75°C/2h chimenea cerrada, cocinado 85°C/5h chimenea cerrada, también se requiere una temperatura de 70°C en el centro del embutido, ducha, aplica agua fría cerca de 0°C, pura o con sal al 6% por 15-20 minutos. Empaquetado al vacío, esta operación conocida como proceso CRY-O-VAC, consiste en introducir el producto en una bolsa (impermeable al O<sub>2</sub> y vapor de agua) extraer el aire, retorcer el cuello de la bolsa y cerrar con un clip (grapa) el envase. La película de la bolsa tiende a retraerse al introducirla momentáneamente en agua caliente (88-99°C) con el calentamiento desaparecen las arrugas y pliegues de la película. Resultando un envase hermético, al vacío, de aspecto atractivo y durable.

De esta manera se integran dos operaciones en el empaquetado al vacío como son el envasado del producto y la retracción de la envoltura sobre su superficie.

Luego pasa a su almacenamiento refrigerado.

**DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN**

(Equipos, ver línea del proceso tecnológico 2)

En esta línea sólo serán descritos los equipos nuevos adicionados como son la mezcladora y el equipo requerido para empaquetado al vacío y retracción de la envoltura.

**Mezcladora**

La mezcladora corresponde a un equipo constituido por una cámara de fondo redondo con paletas ubicadas en dos ejes que giran en sentido opuesto llevando los componentes de la fórmula de las paredes laterales de la cámara

hacia el centro de la misma realizando así su mezclado.

**Empaquetadora al vacío**

Consiste en una cámara al vacío que conecta al exterior por unos ductos (tubos) terminales sobre los cuales se presiona y torsiona el cuello de la bolsa conteniendo el producto una vez extraído el aire de su interior, se somete a un grapado hermético. Existen también grapadoras semi-automáticas neumáticas que poseen una varilla metálica triangular donde se coloca una columna de grapas que va descargando al accionar una palanca que a su vez presiona la grapa sobre el cuello torsionado de la bolsa conteniendo el producto al vacío. Luego en una cesta se somete a un baño (pase) con temperatura entre 88-99°C para provocar la retracción de la envoltura sobre la superficie del producto.

**Proceso Tecnológico 2. Elaboración de Mortadela Tipo Especial (Cocida al Horno)**

Proceso	Línea de Producción	Cambios o Eventos que ocurren en cada Operación
Cortado de carne congelada	Cortadora (Escamadora)	▪ Idem que para salchichas
Molido	Molino	▪ Idem que para salchichas
Cortado mezclado emulsionado	Cutter	▪ Idem que para salchichas pero además, siempre se llega hasta el desarrollo y estabilización de la emulsión por acción de las proteínas miofibrilares.
Mezclado	Mezcladora	▪ Distribución uniforme de los ingredientes enteros (trozos de tocino, especias enteras, pistacho, aceitunas, otras)
Embutido	Embutidora	▪ A diferencia de las salchichas se realiza en tripas de mayor diámetro con boquilla de llenado más grandes y siempre se realiza grapado o amarrado.



Proceso	Línea de Producción	Cambios o Eventos que ocurren en cada Operación
Plan de cocinado	Horno (Ahumadora)	▪ Idem que para salchichas sólo que los tiempos para cada una de las etapas del cocinado (secado, precocido y cocinado) son mayores.
Duchado	Ducha	▪ Idem que para salchichas
Refrigeración	Cava 4°C	▪ Idem que para salchichas
Empaquetado al vacío	Sistema CRY-O-VAC (Empaquetadora al vacío)	▪ Extracción del aire de la bolsa estableciendo en su interior una situación de anaerobiosis.
Pase por agua (baño 98°C)	Tanque de agua 98°C	▪ Eliminación total de los pliegues (arrugas) que se producen en la bolsa de vacío, esto como respuesta a la temperatura por su condición de termoencogible del material que forma la bolsa. . esto da una agradable presentación al producto.
Refrigeración 4°C	Cava 4°C	▪ Se mantienen las condiciones de temperatura favorables a la conservación en buen estado del producto terminado.

### MORTADELA COCIDA EN BAÑO AGUA A 75°C (TIPO EXTRA)

#### DESCRIPCIÓN DEL PROCESO (OPERACIONES, VER PROCESO TECNOLÓGICO 3)

Desde la operación de cortado de bloques congelados, hasta la operación de mezclado, son iguales que para la mortadela tipo especial.

La operación de embutido o llenado, se realiza con la misma embutidora, pero con salida de mayor diámetro para llenar bolsas de polietileno.

#### Moldeado

Se realiza en moldes con tapas que presionan el contenido dándole forma cilíndrica o rectangular, según el caso.

#### Cocinado:

Se realiza en los moldes sumergidos en un tanque con agua a temperatura de 75-80°C durante 5-6 horas según el tamaño del molde con la finalidad de alcanzar 70°C en el centro del producto.

Luego en el mismo tanque se cambia el agua caliente por agua fría y se enfrían los moldes durante 15-20 minutos.

#### Refrigeración:

Los moldes se someten a una refrigeración de 0-4°C/12-18h.

#### Desmoldeado:

Extraer del molde.

#### Empaquetado al vacío.

Se realiza en igual forma descrita para la mortadela cocida al horno (tipo especial).

### DESCRIPCIÓN DE A LÍNEA DE PRODUCCION

(Equipos, ver línea del proceso tecnológico 3)

En esta línea solo serán descritos los equipos nuevos adicionados como son los moldes, el tanque de cocinado y refrigerador.

#### Moldes

Son envases de acero inoxidable o aluminio con capacidad variable, redondo, rectangular u ovalado, con tapa equipada de resortes y ganchos para permitir presionar el contenido del envase durante el cocinado.

#### Tanque de cocinado (escaldado)

Consiste en un tanque de acero inoxidable equipado con termómetro, entrada y salida de agua y abastecimiento de vapor para la doble camisa del tanque y control de presión del vapor.

#### Refrigerador

Cava de refrigeración con capacidad para mantener la temperatura entre 0-4°C.



### Proceso Tecnológico 3. Elaboración de Mortadela Tipo Extra (Cocida en Baño 75-80 °C)

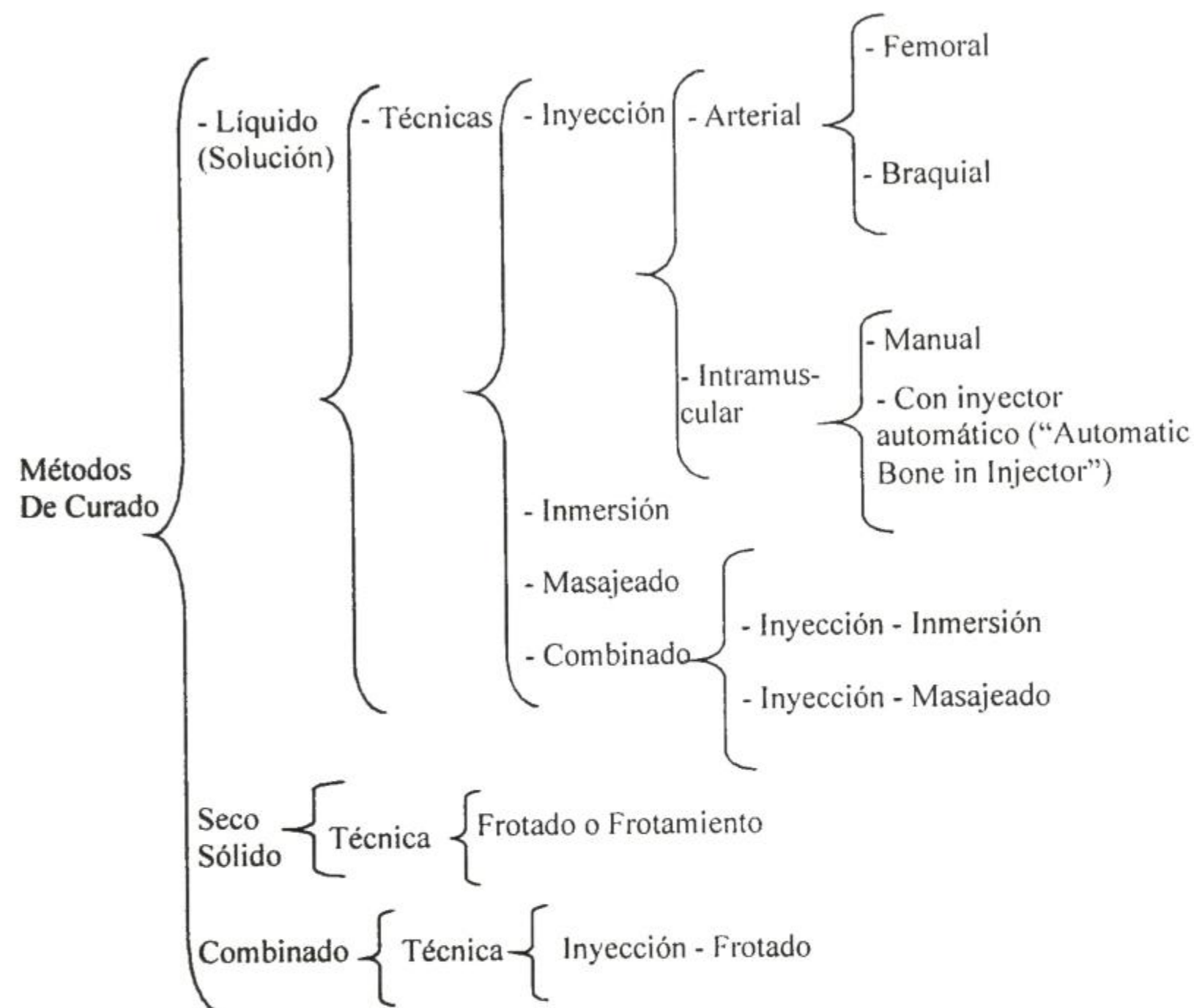
Proceso	Línea de Producción	Cambios o Eventos que ocurren en cada Operación
Cortado de carne congelada	Cortadora (Escamadora)	▪ Ídem que para mortadela tipo especial
Molido	Molino	▪ Ídem que para mortadela tipo especial
Cortado mezclado emulsionado	Cutter	▪ Ídem que para mortadela tipo especial
Mezclado	Mezcladora	▪ Ídem que para mortadela tipo especial
Llenado de bolsas plásticas	Llenadora (Embutidora)	▪ Se realiza con la misma embutidora que para la mortadela tipo especial con el mismo tipo de boquilla de llenado pero se llena la bolsa sin someter a presión alta pues la forma del producto la genera es el moldeado.
Moldeado	Molde (Cilíndrico)	▪ Se establece la forma, tamaño y peso. Hasta este momento la mortadela tiene forma ajustada al molde sin haber adquirido estructura definitiva (Podría vaciarse del molde y de la bolsa)
Cocinado	Tanque de cocinado (agua a 75-80 °C/6h)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desnaturalización y coagulación proteica de afuera hacia adentro del producto. Se forma una estructura proteica que dará al producto la forma definitiva adaptada al molde donde se cocino.</li> <li>▪ Continúa el desarrollo de color de curado y se da su estabilización como nitrosomiocromo según la siguiente reacción:</li> </ul> $\text{Metamb - NO}_2 \xrightarrow[\text{2-SH}]{\text{Reducción}} \text{Mb - NO (nitrosomiocromo)} \quad \text{-S-S-}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desarrollo de sabor y aroma típico del curado.</li> <li>▪ Destrucción de los estados vegetativos de las bacterias patógenas y de putrefacción.</li> </ul>

Proceso	Línea de Producción	Cambios o Eventos que ocurren en cada Operación
Enfriamiento	Se cambia el agua caliente por natural	▪ Se baja la temperatura
Refrigeración	Cava 4 °C	▪ Disminución de temperatura inhibiendo el crecimiento de bacterias patógenas y de putrefacción y permitiendo el establecimiento de una adecuada consistencia del producto.
Desmoldeado	Manual	▪ Conserva la forma del molde dado que ésta ha sido fijada como consecuencia de la formación de una estructura proteica, debido a la coagulación proteica.
Empaquetado al vacío	Sistema CRY-O-VAC	▪ Ídem que la mortadela tipo especial
Inmersión en agua (Baño 98 °C)	Tanque de agua 98 °C	▪ Ídem que la mortadela tipo especial
Refrigeración 4 °C)	Cava 4 °C	▪ Ídem que la mortadela tipo especial

### MÉTODOS Y TÉCNICAS DE CURADO

Varios autores han tratado el tema sobre los métodos y técnicas de curado de carnes (Kramlich et al., 1973; Rust y Olson, 1973; Romans y Zielgler, 1974; nyec, 1982 y Frey, 1985) bajo una orientación aplicada. Tomando como base la información reportada por esos autores, se propone en forma resumida una clasificación de los métodos y técnicas de curado de mayor aplicación en tecnología del proceso de carnes, la cual se expresa en el esquema 2.





Esquema 2. Clasificación de métodos y técnicas de curado

## MÉTODO DE CURADO LÍQUIDO

Este método se fundamenta en la disolución de todos los aditivos del curado en agua para luego ser incorporados en la carne bajo la forma de solución curante y de acuerdo a la fórmula y concentraciones establecidas para cada caso particular. Con este método se logra una distribución uniforme de los aditivos del curado, se facilita la penetración de los aditivos del curado, en especial lo relacionado con fosfatos, ácido ascórbico, ascorbatos eritorbatos, se pueden utilizar bajas concentraciones de sal para el curado. No ocurren pérdidas de peso del producto final con relación al producto fresco y por el contrario se gana peso durante el proceso.

Sin embargo no se desarrolla con intensidad el típico aroma y sabor que ocurre con el curado seco.

## MÉTODO DE CURADO SECO

Este método de curado es el más antiguo de los métodos y consiste en mezclar los aditivos de curado en forma seca, previa a su aplicación sobre la superficie de la carne donde lo primero que ocurre es una salida de agua de la carne, para formar una solución concentrada con los aditivos del curado y luego se inicia un proceso lento de penetración por ósmosis hacia el interior de la carne y por cada 7 días penetra 2,5 cm.

El producto curado por este método resulta con un típico e intenso sabor y aroma de curado, su alta concentración de sal y baja actividad de agua favorecen su preservación.

Pero por otra parte el largo tiempo invertido se asocia a las pérdidas de peso, pérdida de humedad y se elevan los costos de producción. Igualmente lo lento en la penetración de los ingredientes de curado (7 días por cada 2,5 cm de espesor), puede traer deterioro en el centro del producto.

## MÉTODO COMBINADO (LÍQUIDO-SECO)

Este método consiste en disolver una parte de los aditivos del curado para formar una solución curante y otra parte mezclarlos en forma sólida de manera que se preparará simultáneamente una solución curante y una mezcla de curado previo a su aplicación en la carne.

Este método se utiliza fundamentalmente para obtener, en los productos finales, los beneficios que ofrecen cada uno de los métodos que se combinan. Se puede lograr así un aroma y un sabor de curado que se aproxima al obtenido con el curado seco, pero se puede reducir el tiempo de curado, se obtiene una menor deshidratación y se disminuye el riesgo del deterioro en el centro del producto con relación al método seco, utilizado como método único.

## TÉCNICA DE CURADO POR INYECCIÓN

Consiste en incorporar la solución de curado directamente en la masa muscular y se pueden considerar varias modalidades:

### Inyección En La Arteria

Se practica en la arteria femoral si se trata de la pierna (jamón de pierna) o en la arteria braquial, si se trata del brazo o paleta (espalda). Al localizar la arteria e inyectarla, se logra una completa distribución a través del corte, esto se logra porque se utiliza la red de vasos sanguíneos incluyendo los vasos capilares.

Esta técnica requiere de dos condiciones importantes pues por una parte



debe conservarse intacta la arteria femoral o braquial según el caso. Por otra parte se requiere destreza del operador en la localización de la arteria y aplicación de la inyección.

### **TÉCNICA DE INYECCIÓN INTRAMUSCULAR**

Consiste en la perforación de la masa muscular con una o varias agujas cuya descarga favorece la distribución de la solución curante. Esta técnica tiene a su vez dos modos de aplicación:

#### **Inyección Manual**

Consiste en inyectar la solución de curado a 45 P.S.I. por medio de un objeto manual que puede tener una o varias agujas que tienen orificios distribuidos a lo largo de su longitud, facilitando así la dispersión de la solución a través del corte de carne. Se practican las inyecciones en varios sitios del corte, para permitir así una distribución uniforme de la solución del curado.

#### **Con Inyector Automático "Automatic Bone Injector"**

Consiste en una máquina para inyección de cortes con hueso, inyectando la solución de curado a 45 p.s.i. En este caso las agujas poseen retractores en forma individual por lo cual pueden retraerse al contacto con el hueso. Además, la máquina posee una correa transportadora donde se colocan los cortes con hueso y pasan bajo el panel de agujas en línea transversal a la correa transportadora, recibiendo así una inyección rápida y continua sin que el hueso del corte afecte las agujas, ni a la eficacia del curado. La velocidad de la correa transportadora determina el espaciamiento de las perforaciones de las agujas.

### **TÉCNICA DE CURADO POR INMERSIÓN**

Consiste en colocar la carne fresca bajo refrigeración en un tanque o depósito que contiene la solución de curado la cual queda cubriendo totalmente las carnes, en proceso de curación. La penetración de los ingredientes del curado se cumple por ósmosis. Resulta en una penetración lenta de los aditivos, lo cual puede traer defectos en el centro del producto.

### **TÉCNICA DE CURADO COMBINADO INYECCIÓN-INMERSIÓN**

Esta técnica se usa para lograr curados con mayor rapidez que con cualquiera de las técnicas individuales. Permite que el producto quede completamente cubierto con la solución de curado después de haber sido inyectado con la misma. Se logra así una mayor rapidez de curado, menor deshidratación y menor peligro de putrefacción o deterioro en el centro del

producto.

### **TÉCNICA DE CURADO MASAJEADO**

El masajeado es una técnica que consiste en incorporar la solución por masaje de la carne junto con la solución curante lo cual permite su incorporación. Puede hacerse en forma manual para pequeñas cantidades de carne pero también con equipos mecánicos que disponen de espas para realizar giros o movimientos lentos y se puede programar para realizarlo en forma tal que la carne reciba masajes durante periodos cortos con periodos largos, también de reposo. Esta técnica requiere como condición que la carne se extienda mediante cortes para hacer más delgada y realizar corte al epimisio (aponeurosis) de la carne, para facilitar la incorporación de la solución y salida de proteínas miofibrilares hacia la superficie del corte, también requiere que la carne se mantenga en condiciones de refrigeración (4°C) durante la operación de curado por masajes para evitar el desarrollo de microorganismos indeseables pues esta es una operación que consume varias horas (24,36 o 48 horas) dependiendo del ritmo de trabajo de cada industria en particular).

### **TÉCNICA DE CURADO COMBINADO: INYECCIÓN-MASAJEADO**

Esta técnica consiste en incorporar una parte de la solución curante por inyección en la carne y el resto de solución curante se incorpora por masajeado, por tal motivo el masaje completa la incorporación de la totalidad de la solución previamente determinada para el volumen de carne en proceso.

### **TÉCNICA DE CURADO POR FROTADO.**

Esta técnica de curado solo se aplica en el método seco y consiste frotar la superficie de la carne a curar, con la mezcla seca de los ingredientes de curado para luego someterla a periodos largos de almacenamiento refrigerado, interrumpidos solo para aplicar cantidades adicionales de la mezcla de aditivos de curado sobre la superficie de la carne, hasta completar el tiempo y la formulación de aditivos establecidos para caso en particular.

### **TÉCNICA DE CURADO COMBINADO: INYECCIÓN-FROTADO**

Esta técnica se aplica solamente en el método combinado (líquido-seco) y consiste en inyectar la solución curante a la pieza de carne por cualquiera de las técnicas descritas para el método líquido y luego continuar con la técnica de frotado de una mezcla de ingredientes en forma seca sobre la superficie de la



carne inyectada como se explicó para el método seco pero en este caso el almacenamiento es más corto y la formulación diferente por estar utilizando dos métodos y técnicas simultáneamente.

## ELABORACIÓN DE CHULETA AHUMADA

### DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

(Operaciones, ver proceso tecnológico 4)

#### Inyección De La Solución Curante

Se practica inyectando en la carne la solución curante, la cual se hace aplicando varios pinchazos con una aguja que tiene múltiples orificios lo que facilita una buena distribución de la solución curante en la pieza inyectada.

También se puede hacer más eficiente esta operación con un equipo para inyección automática con múltiples agujas lo cual permite inyectar la solución en cientos de puntos en forma continua y uniformemente distribuida ("Automatic bone injector").

#### Inmersión En La Solución Curante

Consiste en colocar en inmersión en refrigeración (4°C) en la solución curante en tanques de acero inoxidable o plástico adecuado durante 24,36 o 48 horas, de manera que continúe la incorporación de la solución curante hasta un 20% aproximadamente.

#### Plan De Cocinado

Secado (Chimenea abierta) 65°C/45 min.

Precocido y ahumado continuo (Chimenea cerrada) 70°C/30 min.

Cocido y ahumado continuo (Chimenea cerrada) 80-82°C/4½ h

El secado se realiza con chimenea abierta para permitir salida de humedad.

El precocido y el cocido se realizan con chimenea cerrada y el ahumado se debe continuar durante el cocido según el nivel de ahumado deseado en el producto. Si el generador de humo es de fricción se puede programar para: 5 minutos intervalo de fricción, 15 segundos, tiempo de fricción por el tiempo total de ahumado necesario de acuerdo al nivel de ahumado deseado.

- Chequear temperatura interna mínima del producto 66°C.
- Observación: después de la inmersión y antes de someterla al plan de cocinado la chuleta se puede someter a un pase por una ducha de agua potable para eliminar la posible acumulación de aditivos del curado en la superficie del

producto (opcional).

#### Refrigeración

Luego del cocinado la chuleta se somete a refrigeración a 0-4°C/12-18 horas lo cual enfría el producto y le da la textura necesaria para facilitar el cortado en porciones individuales de chuletas.

El enfriamiento saca al producto del rango crítico de temperatura favorable al crecimiento de bacterias indeseables.

## DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

(EQUIPOS, VER LÍNEA DE PROCESO TECNOLÓGICO 4)

#### Equipo De Inyección.

Existe un equipo constituido por una balanza que reporta el peso de la pieza a inyectar y la cantidad a inyectar de acuerdo al porcentaje de inyección previsto, además tiene una bomba mecánica o neumática que permite incorporar a presión la solución curante. También tiene un mango inyector que permite acoplar una o dos agujas disponiendo múltiples orificios para la salida de la solución curante.

Los pinchazos a la carne para inyectar la solución curante se practican en forma manual (a 45 p.s.i.,).

También existe un equipo de inyección automática (automatic bone injector). Esta máquina constituye un equipo integrado de correa transportadora, de velocidad variable conduce la pieza a inyectar hacia un panel de agujas (25) que tienen una longitud de unos 20 cm con ocho orificios de salida por cada aguja y el conjunto de agujas pueden hacer un promedio de 60.000 inyecciones por hora. Las agujas tienen la particularidad individual de retraerse al hacer contacto con hueso.

#### Tanque de inmersión

Tanque de acero inoxidable con ruedas para facilitar su desplazamiento hacia dentro y fuera de las cavas y es de capacidad variable.

#### Generador de humo y horno ahumador.

Ya fue descrito en la línea del proceso para salchichas (detalles en el capítulo II).

#### Refrigerador

Constituye una cava de refrigeración de capacidad variable y temperatura de refrigeración (0-4°C).



## Proceso Tecnológico 4. Elaboración de Chuleta Ahumada

Proceso	Línea de Producción	Cambios o Eventos que ocurren en cada Operación
Chuleta fresca	Cava 4 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>Condiciones para iniciar el proceso</li> </ul>
Inyección de solución curante (Curado)	Equipo de inyección	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incorporación y distribución e inicio de acción de los ingredientes de curado.</li> <li>Se puede observar un ligero cambio de color en la chuleta, producto de la acción oxidante del Ion nitrito sobre oximioglobina y mioglobina según las siguientes reacciones:   <math display="block">\text{OxiMb. o Mb} + (-\text{NO}_2) \rightarrow \text{MetaMb} + (-\text{NO}_3)</math> <math display="block">\text{MetaMb} + (-\text{NO}_2) \rightarrow \text{MetaMb} - \text{NO}_2</math> </li> </ul>
Inmersión en solución curante (Curado)	Tanque de inmersión 4 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>En una primera etapa continúan las reacciones anteriores</li> <li>Continúa la incorporación de solución curante hasta aproximadamente 20%</li> <li>Se mantiene una acción del pH anión Cloro (CL) y Fosfato sobre la C.R.A. Luego como un proceso lento se va produciendo una reducción de la metamioglobina-nitrito a nitrosomioglobina por acción de nicotin adenin dinucleotido (NADH) y de los Eritorbatos</li> </ul> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <math display="block">\text{Metamb-NO}_2 \xrightarrow{\text{Eritorbatos}} \text{Mb-NO (Nitrosomioglobina)}</math> <math display="block">\text{NADH} \xrightarrow{\quad} \text{NAD}</math> </div>

Proceso	Línea de Producción	Cambios o Eventos que ocurren en cada Operación
Plan de cocinado ahumado - Secado 65°C/45min. chimenea abierta. - Precocido ahumado 70°C/30 min chimenea cerrada - Cocido ahumado 80-82°/4½ h. chimenea cerrada.	Ahumadora	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento de temperatura</li> <li>Perdida de humedad (aprox. 20% adquirida como solución curante.</li> <li>Continua acción del pH, Anión Cloro (CL) y fosfato sobre la C.R.A.</li> <li>Se produce la reacción de Maillard debido a la reacción de los grupos carbonilo de los hidratos de carbono y del humo con los grupos aminicos de las proteínas en altas temperatura.</li> <li>Se produce la fijación del color de curado por acción del calor al pasar la nitrosomioglobina (inestable) a nitrosomiocromo (estable) al coagular la fracción proteica (globina) del pigmento mioglobina.</li> <li>Coagulación de las proteínas fijando la estructura que estaban formando en la carne en estado fresco.</li> <li>Destrucción de estados vegetativos de bacterias patógenas y de putrefacción.</li> </ul>
Refrigeración	Cava 4 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descenso de temperatura hasta un rango no favorable al crecimiento bacteriano, lo cual protege la vida útil del producto y la salud del consumidor.</li> <li>Se estabiliza la textura del producto lo cual facilita el cortado en porciones.</li> </ul>

## GELIFICACIÓN TÉRMICA DE LAS PROTEÍNAS

(Especial importancia en el Jamón Cocido)

La gelificación térmica de las proteínas miofibrilares contribuye o determinan la textura de muchos productos cárnicos. Permite una acción ligante en carnes cortadas o picadas y reconstruidas por compresión (moldeada), ejerce acción estabilizadora en embutidos tipo emulsión e inclusive permite la consistencia homogénea, lisa y elástica de algunos productos cárnicos.

Según Cheftel y Lorient (1989), la obtención de las características reológicas adecuadas, depende de la naturaleza de las proteínas, del



mantenimiento de su estado natural antes de la fabricación del producto (ausencia de desnaturalización y proteólisis), de la presencia de sales neutras y de las condiciones de calentamiento establecidas para conseguir la gelificación. Al efecto es necesaria la extracción de la miosina por disolución salina ("Salting in", hecho por lo general con NaCl) para obtener una gelificación conveniente.

A los efectos del presente libro interesa tomar como base de discusión la acción ligante que la gelificación proteica tiene sobre la obtención de un producto de carne previamente cortada y reconstruido por la vía del moldeado y cocinado (jamón cocido). En tal sentido Schnell et al. (1970) demostraron que las proteínas miofibrilares solubilizadas, se encontraban en gran cantidad entre los trozos de carne. Por eso se concluye que la unión de los trozos de carne es producto del efecto del calor, sobre la reorganización de las proteínas miofibrilares previamente disueltas en la solución que se forma con la sal que se agrega.

Al efecto, una vez que la carne recibe la solución curante, la cual además de nitritos sal y fosfatos se somete a los siguientes tratamientos:

#### **MASAJEADO:**

En algunos casos denominado amasado o malaxado que consiste en aplicar un tratamiento mecánico lo cual permite la incorporación de la solución curante, extracción hacia la superficie de los trozos de carne de una fracción de las proteínas miofibrilares (solubles en solución salina) que se gelifica durante el tratamiento térmico y sirve como pegamento entre los trozos de carne para formar una estructura continua del producto final.

Por otra parte el masajeado tiene especial efecto positivo en la blandura, jugosidad, rendimiento y la cohesión de los fragmentos componentes del jamón cocido.

Éste es un proceso lento (24-36 o 48 horas), que debe efectuarse en una cámara refrigerada para evitar crecimiento de microorganismos indeseables.

En este caso se aplica el efecto que la sal (NaCl) y los fosfatos tienen sobre la capacidad de retención de agua, absorción de agua y solubilización de las proteínas de la carne, cuyo mecanismo de acción, fue ampliamente explicado anteriormente.

#### **DESARROLLO DEL GEL PROTEICO**

Prácticamente todos los estudios señalan la necesidad de una desnaturalización y desdoblamiento de la proteína, como pasos previos a la

integración ordenada proteína-proteína y agregación para la formación de la red proteica tridimensional

#### **Características de los geles**

Existen interacciones proteína-proteína como son las interacciones hidrófobas (incrementadas a temperatura elevadas), enlaces hidrógeno (aumentados con el enfriamiento) y/o uniones disulfuro que intervienen en la formación de la red proteica. Las atracciones e interacciones proteicas intermoleculares y la gelificación se producen más rápidamente con concentraciones proteicas elevadas, dada su mayor probabilidad de contactos intermoleculares.

Generalmente, el desdoblamiento de las moléculas proteicas aumenta la exposición de los grupos reactivos en especial de los grupos hidrófobos. Las interacciones hidrófobas proteína-proteína, también resultan favorecidas y representan la causa principal de la posterior agregación. Al tener las proteínas una masa molecular elevada y un fuerte porcentaje de enlaces hidrófobos tendrán tendencias a formar redes más compactas. Las interacciones hidrófobas resultan favorecidas a temperaturas elevadas, mientras que la formación de enlaces de hidrógeno se favorece durante el enfriamiento. También el calentamiento puede liberar los grupos -SH internos y promover la formación de uniones disulfuro. La presencia de un gran número de grupos -SH y -S-S- reforzará la red intermolecular y tendrá tendencia a hacer el gel térmicamente irreversible. Los geles de gelatina (colágeno) que están estabilizados fundamentalmente por enlaces hidrógenos, funden al calentamiento (alrededor de 30°C) y el ciclo de gelificación-fusión puede repetirse varias veces (Chefter y Lorient, 1989).

Para obtener propiedades gelificantes deseables es importante entender y conocer el proceso de desnaturalización de las proteínas especialmente por acción del calor pero también es importante la acción de éste sobre el colágeno del tejido conectivo pues ya se indicó que por encima de 60°C (63°C), el colágeno se solubiliza por destrucción de los enlaces hidrogeno entre las cadenas proteicas, conduciendo a la formación de gelatina, condición que también juega papel importante los enlaces hidrógenos. El comportamiento del gel en este caso responde ante los cambios de temperatura con un ciclo de gelificación-fusión. Gelificación con el enfriamiento (incremento de puentes hidrógeno) y fusión con el calentamiento (alrededor de 30°C).

Las proteínas miofibrilares del músculo responden diferente que el colágeno en el proceso de gelificación frente a la acción térmica.

Kauzman (1959) citado por Zeigler and Acton (1984), define la



desnaturalización como un proceso (o secuencia de procesos) en el cual el arreglo espacial de las cadenas polipeptídicas entre las moléculas es cambiado de arreglo típico de la proteína nativa a una agrupación desordenada; esta definición sugiere que la desnaturalización no obedece a un proceso fijo sino que tiene varias alternativas o mejor dicho es un proceso continuo con varias áreas de la molécula de proteína cambiando a ratas diferentes.

Contrario a la coagulación donde la agregación de las moléculas de proteínas es al azar, la gelificación envuelve la formación de una estructura continua, exhibiendo cierto grado de orden. Además, cuando el agregado de las proteínas es suprimido antes de la desnaturalización, la estructura resultante puede exhibir un mayor grado de elasticidad que cuando una agregación al azar y desnaturalización ocurre simultáneamente o si la agregación precede la desnaturalización. Mientras más lento es el segundo paso con relación al primero mejor se orientan las cadenas desnaturalizadas y más fina será la estructura del gel (Hermasson, 1978 citado por Zeigler y Acton, 1984).

A medida que la etapa de agregación sea más lenta con relación a la desnaturalización, más fácilmente podrán orientarse antes de la agregación los polipéptidos parcialmente desdoblados. Esto favorecerá la formación de un gel ordenado homogéneo de consistencia lisa, fuertemente expandido muy elástico, transparente, estable frente a la sinéresis y exudación. Por el contrario los geles formados por partículas proteicas, groseramente agregados son opacos, poco elásticos y claramente inestables presentando sinéresis y exudación (Cheftel y Lorient, 1989).

El asentamiento de las proteínas a temperatura por debajo de aquellas a las cuales ocurre la agregación rápida (aproximadamente 40°C) puede verse como un proceso donde las proteínas parcialmente desnaturalizadas comienzan una interacción no covalente formando una fina estructura elástica. El calentamiento por debajo de 40°C antes de calentar a 60-80°C permite el ordenamiento de las moléculas proteicas, lo cual resulta en la formación de geles con mayor firmeza y cohesión; esto permite aceptar que la desnaturalización de las proteínas antes de su agregación, resulta en un gel de estructura más fina, exhibiendo mayor elasticidad, que si la agregación al azar ocurre simultáneamente o antes de la desnaturalización (Lanier et al., 1982 citado por Zeigler and Acton, 1984).

Con respecto al pH óptimo todos los estudios han demostrado que las condiciones favorables de pH para la gelificación de las proteínas está en el rango de pH 5,5-6,0 el cual es el mismo rango de pH encontrado en las carnes procesadas que incluyen adición de sal para la funcionalidad de las proteínas

miofibrilares (Yasui et al., 1980, citado por Zeigler y Acton, 1984).

La zona de pH a la cual se produce la gelificación se ensancha con el aumento de la concentración proteica. Esto indica que los numerosos enlaces hidrófobos y disulfuro formados con fuerte concentración proteica pueden compensar las fuerzas electrostática de repulsión inducidas por la alta carga neta de la proteína (A pH alejados del punto isoelectrico).

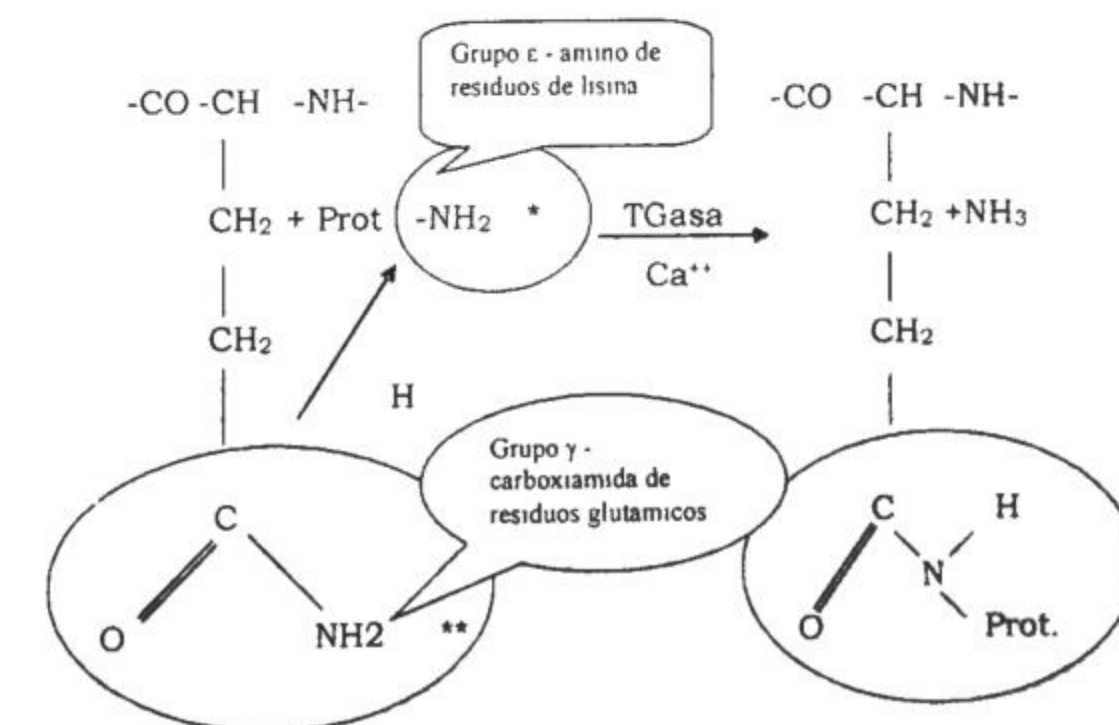
En el punto isoelectrico la ausencia de las fuerzas repulsivas conduce a la formación de un gel menos expandido, menos hidratado y menos consistente (Cheftel y Lorient, 1989).

Lee (1984) reporta que para pescado el asentamiento del gel ocurre aproximadamente a 50°C inclusive por debajo, sin haberse cocinado y gelifica rápidamente a 80-90°C. Sin embargo indica que cuando pasa por la zona de calentamiento entre 60-70°C parte de la estructura del gel es alterada para algunas especies de pescado. Este fenómeno es llamado de reblandecimiento. Esto coincide con lo reportado por Suzuki (1987), según el cual el asentamiento del gel no debe sobrepasar la temperatura de 50°C. Sin embargo cuando se pasa de 60°C parte de la estructura de gel se destruye, denominándose a este fenómeno reblandecimiento, lo cual según dicho autor se puede evitar pasando rápidamente por esa zona térmica (60°C) hacia arriba.

### ACCIÓN DE LA TRANSGLUTAMINASA (TGASA)

Según Linden y Lorient (1996) Sakamoto et al. (1995) y Kamazawa et al. (1995)

La TGasa es una enzima que cataliza la formación de enlaces isopeptidicos entre cadenas de proteína según la siguiente reacción general.





La TGasa está distribuida en los mamíferos, plantas, microorganismos y cataliza la transferencia de grupo acilo entre grupo y -carboxiamida de residuos glutámicos en proteínas como donadores y aminos primarios, que cuando éstas resultan ser el grupo  $\epsilon$ -amino de residuos de lisina de proteínas, se forman puentes cruzados ( $\epsilon$  - ( $\gamma$ - glutamil) lisina) o enlaces cruzados entre proteínas, los cuales se pueden indicar como puentes cruzados glutamil-lisina (GL). Para que esto ocurra se requiere el período del asentamiento y su efecto se traduce en un potenciación de la fuerza del gel.

La acción catalítica de la TGasa se realiza en presencia de iones calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) pero estos normalmente están presentes en la carne. Sin embargo se ha obtenido transglutaminasa microbiana (MTGasa) resultando que su acción catalítica es calcio independiente.

Se utilizó entre 0-4,3 U de MTGasa/g de proteína y como requisito indispensable se dio una hora a  $30^{\circ}\text{C}$  de asentamiento obteniéndose la mejor respuesta en fuerza de gel la dosis de 4,3U de MTGasa/g de proteína (Sakamoto et al. 1995). También la respuesta de "sol" de carne de sardina en la formación de enlaces cruzados GL por acción de la TGasa con asentamiento a  $25^{\circ}\text{C}$  resultó ser evidente e importante (Tsukamasa et al., 1993 citado por Sakamoto et al., 1995)

### EL FENÓMENO DE LIGAZÓN

- Se debe a interacciones proteína-proteína.
- El mecanismo de ligazón entre porciones cárnicas es complejo y continua bajo estudio, aunque se sabe que depende de:
  - a) La naturaleza de la proteína extraíble (miofibrilares: globulinas, solubles en soluciones salinas).
  - b) La fuerza iónica (acción de la sal -NaCl)
  - c) Del pH de la carne
  - d) Del tratamiento mecánico aplicado (batido, masaje, presión)

En general la ligazón es producto de la formación de una matriz proteica funcional en el seno del producto, la cual surge entre y a partir de los trozos de carne y facilita su unión, esta unión de los trozos de carne se produce como un fenómeno en el que se genera reordenamientos estructurales de las proteínas de la carne extraídas y solubilizadas. Se ha demostrado que se genera una interacción de "filamentos gruesos" de nueva formación constituidos a partir de filamentos de miosina sal-solubilizada, con estructuras miofibrilares existentes en las células musculares de la superficie de los trozos de carne. Estas

afirmaciones se basan en la capacidad de la miosina para formar filamentos en solución. De esta manera estos filamentos gruesos formados a partir de la proteína extraída serán los responsables de la ligazón de los productos troceados antes de ser sometidos a tratamiento térmico (Ordoñez et al., 1998).

### ELABORACIÓN DE JAMÓN COCIDO

#### DESCRIPCIÓN DEL PROCESO (OPERACIONES, VER PROCESO TECNOLÓGICO 5)

##### Desposte y cortado de la carne

Consiste en hacer un deshuesado manual de la carne y abertura de la misma cortando con cuchillo su estructura logrando un extendido de la misma y por tanto una mayor superficie de contacto de la carne con la solución curante para su incorporación durante su masajeado. Esto es favorecido también realizando cortes de la membrana aponeurótica que cubre músculos facilitando de esta manera puertas de entrada a la solución curante.

##### Inyección de la solución curante

Consisten en la incorporación de la solución curante realizando varios pinchazos en la masa de carne con la aguja de múltiples orificios de salida dejando dispersa la solución curante de manera de facilitar su difusión en la carne durante el masaje de la misma.

##### Masajeado

En algunos casos denominado amasado o malaxado consisten en aplicar un tratamiento mecánico lo cual permite la incorporación de la solución curante y extracción hacia la superficie de los trozos de carne de una fracción de las proteínas miofibrilares (solubles en solución salina) que se gelifica durante el tratamiento térmico y sirve como pegamento (cohesión) entre los trozos de carne para formar una estructura continua del producto final.

Por otra parte el masajeado tiene un especial efecto positivo en la blancura, jugosidad, rendimiento y la cohesión de los fragmentos componentes del jamón cocido ya mencionado.

Este es un proceso lento (24,36 o 48 horas) que debe efectuarse en una cámara refrigerada para evitar el crecimiento de microorganismos indeseables.

Existe el masajeado por caída que se produce en un cilindro cerrado que al girar provoca la caída de la carne sobre su propia masa con el giro del tambor. El depósito no debe estar muy vacío pero tampoco muy lleno se recomienda no llenar el masajeador más de 75% de su capacidad.

Pero actualmente se recomienda llenar el masajeador (batidor) hasta el



espacio medio entres dos aspas, nunca llenar hasta el límite de una de las aspas pues se puede producir triturado de la carne en lugar de masaje afectando al producto final.

Existen diferentes opiniones en relación a los tiempos e intervalos en el masaje. Según Frey (1985) conviene alternar los lapsos de masaje con los de reposo. Sin embargo, puede alcanzarse el mismo resultado masajeando ininterrumpidamente para luego cumplir un plazo de reposo prolongado.

Palmero y García (2005) obtuvieron un jamón de buena aceptación organoléptica para color, textura y rendimiento a partir de carne de chivo, cerdo y pollo, aplicando masajes intermitentes cortos con períodos largos (12 horas) de reposo durante 36 horas de curado a 4°C. Arias y García (2004) elaboraron jamón cocido con carne de ovejo de primera, segunda y tercera (clasificación en analogía con cortes de bovino) y obtuvieron mayor aceptación por el jamon elaborado con los cortes de carne clasificados como de primera (pierna y lomo).

#### **Llenado de bolsas plásticas**

Se puede hacer en forma manual o utilizando un equipo de llenado o embutido para mortadela, pero que no afecte la estructura de la carne masajeada, se puede utilizar bolsas con orificios de drenaje o practicarse pinchazos que permitan expulsar el aire que deposite dentro del vaciado. Sin embargo algunas industrias utilizan llenadotas al vacío y hacen un sellado térmico de la bolsa que permanece sin abrir durante el moldeado, cocinado y desmoldado, pues en este caso el producto no reporta pérdidas durante el cocinado y por tanto se empaqueta al vacío en la misma bolsa del cocinado.

#### **Moldeado.**

Igual a lo descrito para mortadela tipo extra.

#### **Cocinado**

Colocar en inmersión en agua a 75°C/ 4 1/2 -5h para lograr una temperatura interna de 68°C, máximo 70°C en el centro. También se puede utilizar el cocinado por etapas 45°C/1h y luego 75°C 4 1/2 - 5h. Esa etapa previa de 45°C 1 h permite un mejor asentamiento proteico lo cual favorece la estructura del producto final, pues al gelificar las proteínas miofibrilares disueltas entre los trozos de carne producen adherencia de los mismos y por tanto continuidad en la estructura del producto (jamón) esto es consecuencia de la acción térmica del cocinado sobre las proteínas miofibrilares disueltas.

**Refrigeración, desmoldeado, empaquetado al vacío, grapado, retracción de la envoltura y almacenamiento refrigerado.**

Es igual que lo descrito para mortadela tipo extra.

### **DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN (VER LÍNEA DEL PROCESO TECNOLÓGICO 5)**

#### **Mesa y cuchillo de acero inoxidable.**

Permite al operador ejecutar el desposte y abertura de la carne para jamón cocido en forma manual.

#### **Equipo de inyección para solución curante.**

Igual al descrito en chuleta ahumada-

#### **Masajeador de jamones**

Masajeador por caída de tambor cilíndrico con separadores longitudinales en su interior para favorecer el masaje.

El masajeador por batido con aspas rectangulares sujetas a un eje que gira a 12 revoluciones por minuto movido por un motor eléctrico intermediando un reductor de velocidad entre el motor y el eje de giro con aspas de batido (masaje). Las aspas están colocadas en forma opuesta y a distancia una de otra. El eje en cuestión gira en el centro de un depósito cuadrado en su interior y con una compuerta inferior para descarga. Este equipo opera dentro de un refrigerador con temperatura máxima de 4°C.

Moldes, tanques de cocinado, cava de refrigeración y los equipos utilizados para empaquetado al vacío grapado y retracción de la envoltura son los mismos descritos para el caso de la mortadela tipo especial.

### **Proceso Tecnológico 5 Elaboración de Jamón Cocido.**

<b>Proceso</b>	<b>Línea de Producción</b>	<b>Cambios o Eventos que ocurren en cada Operación</b>
Desposte del pernil y cortado de la carne	Mesa y Cuchillo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Separar la carne de los huesos</li> <li>Incremento de la superficie de exposición de la carne para aumentar el contacto y la absorción de la solución curante.</li> </ul>
Inyección-solución curante (curado)	Batidora de jamón (4 °C)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incorporación, distribución e inicio de la acción de los aditivos del curado.</li> <li>Se puede observar un ligero cambio de color del rojo brillante al gris-marrón debido a la acción de los nitritos sobre</li> </ul>



Proceso	Línea de Producción	Cambios o Eventos que ocurren en cada Operación
		<p>la oximioglobina según la siguiente reacción</p> $\begin{array}{lcl} \text{OxiMb} + (-\text{NO}_2) & \longrightarrow & \text{MetaMb} + (-\text{NO}_3) \\ \text{MetaMb} + (-\text{NO}_2) & \longrightarrow & \text{MetaMb} - \text{NO}_2 \end{array}$
Masajeado Malaxado (Batido)	Batidora de jamón (4°C) en proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Incorporación de la solución curante completando el 25% junto con la que se incorporó vía inyección y se produce una distribución uniforme de los aditivos del curado en forma disuelta.</li> <li>■ Continúan las reacciones de la oximioglobina con los nitritos, descrita en la operación anterior llegando un momento en que todo el pigmento de la carne se encuentra bajo otra forma de Metamioglobina-nitrito (marrón-gris). Luego entran en acción en forma lenta, los procesos de auto-reducción por la intervención del nicotin-amida-dinucleotido reducido (NADH) con el correspondiente cambio de color al rojo claro por la formación de nitrosomioglobina</li> </ul> $\begin{array}{ccc} \text{MetaMb} - \text{NO}_2 & \xrightarrow{\text{NADH}} & \text{Mb} - \text{NO} \text{ (Nitrosomioglobina)} \\ & \xleftarrow{\text{NAD}} & \end{array}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Incremento de la capacidad de retención de agua favorecida por la acción del pH, anión cloro (CL) y los fosfatos (PP).</li> <li>■ Extracción o salida de proteínas miofibrilares que forman una película adhesiva (SOL) favorable a la buena ligadura o unión de los trozos de carne durante la cocción (gelificación).</li> </ul>

Proceso	Línea de Producción	Cambios o Eventos que ocurren en cada Operación
Llenado de bolsas	Llenadora	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se mantienen los cambios descritos en la operación anterior.</li> </ul>
Moldeado	Molde	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se mantienen los cambios descritos igual que la operación anterior.</li> <li>■ Toma la forma que fijará, ajustada a la forma del molde utilizado.</li> </ul>
Cocinado por etapas: Aseñtamiento 45-50°C/1h Gelificación 75-80°C/6h	Tanque de cocinado con agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Durante el asentamiento ocurren los siguientes cambios: desnaturalización parcial de las proteínas con exposición e interacción no covalente de grupos reactivos hidrófobos formando una estructura tridimensional conformando un reordenamiento de las moléculas de proteína que favorecerán la etapa de gelificación.</li> <li>■ Durante la gelificación ocurren los siguientes cambios: formación de una estructura continua y organizada con exposición y reacción de grupos sulfidrilo (-SH) formando puentes disulfuro (-S-S-) que estabilizan el gel frente a cambios térmicos consolidando el reordenamiento adecuado de las proteínas, que se había formado durante el asentamiento y esto determina la unión de los trozos de carne, dando así continuidad coherente y estable a la estructura que se forma como un todo, durante el cocinado.</li> <li>■ Solubilización, hidratación e hidrólisis del colágeno del tejido conectivo, produciendo gelatina fundida.</li> <li>■ Fijación del color de curado por coagulación de la globina: nitrosomioglobina nitrosomiocromo.</li> <li>■ Destrucción de estados vegetativos de bacterias patógenas y de putrefacción.</li> </ul>
Enfriamiento	Tanque. Cambio del agua caliente por fría.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Descenso de la temperatura.</li> </ul>



Proceso	Línea de Producción	Cambios o Eventos que ocurren en cada Operación
Refrigeración	Cava 4 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caída de temperatura sacándola de puntos críticos</li> <li>Consolidación de la estructura, solidificación de gelatina</li> <li>Inhibición de crecimiento de bacterias patógenas y de putrefacción.</li> </ul>
Desmoldeado	Manual	<ul style="list-style-type: none"> <li>El jamón conserva los cambios adquiridos en las anteriores operaciones y se observa la forma definida que adquirió en el molde por coagulación de las proteínas, asociado a la gelificación de la película adhesiva de proteína miofibrilares (SOL) que se había formado en la superficie de los trozos de carne, producto de su extracción por el masaje y solubilización en solución salina.</li> </ul>
Empaquetado al vacío	Sistema CRY-O-VAC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se mantiene lo indicado en la operación anterior y se genera una condición de anaerobiosis en el interior de la bolsa que contiene el producto</li> </ul>
Grapado	Grapadora	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se mantiene lo indicado en la operación anterior</li> <li>Fija las condiciones establecidas por el empaquetado al vacío.</li> </ul>
Retracción de la envoltura	Baño térmico 88-99°C	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se mantiene lo indicado en la operación anterior, pero ya empaquetado al vacío, con desaparición de los pliegues o arrugas de la película del empaque, presentando un empaquetado hermético atractivo y durable.</li> </ul>
Almacenamiento (refrigeración)	Cava 4°C	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se mantiene lo indicado en la operación anterior y se establece la temperatura en un rango de 0-5°C (refrigeración) favorable a la conservación del producto.</li> </ul>

## ELABORACIÓN DE JAMÓN TIPO TENDER

### DESCRIPCIÓN DEL PROCESO (OPERACIONES, VER PROCESO TECNOLÓGICO 6)

Las operaciones: Desposte, Inyección solución curante, Masajeado son iguales a los descritos para el jamón cocido.

#### Incorporación en papel celofán y malla (estoquineta)

Consiste en colocar en un papel celofán permeable al vapor de agua y al humo dentro de una malla extensible dándole una forma semiesférica (redondeada) al producto. Para esto, se coloca la malla (tipo manga) anudada en uno de sus extremos con el nudo hacia el fondo de un depósito circular del tamaño de la mitad inferior del tobo de 5 litros de capacidad abriendo el extremo de la malla opuesta al nudo y doblada bordeando el depósito indicado. Dentro de la malla abierta y sirviendo de fondo se coloca el papel celofán de corte rectangular dispuesto para recibir el contenido que constituirá el jamón. Luego de colocado el contenido se recogen los bordes de la manga desalojándola del depósito que sirvió como molde inicial, se hace una torsión de la malla incluido el papel celofán a nivel del límite superior determinado por el volumen de la carne (jamón) que toma forma esférica con esa acción. Luego se practica un nudo a nivel de la parte torcida de la manga quedando la porción restante de la manga para el guindado del jamón durante el cocinado.

#### Plan de cocinado y ahumado

Secado	65°C/30 min
Precocido y ahumado continuo	70°C/1 hora
Cocido y continua ahumando	75°C/1 hora
	80°C/1 hora
	85°C/2,5h

Este plan de cocinado se ajusta a un jamón de 1 Kg. Para 2 Kg, se duplica el tiempo a partir del precocido y ahumado. Este plan escalonado disminuye la pérdida de humedad durante el cocinado.

El secado se realiza con chimenea abierta para permitir salida de humedad.

El precocido y el cocido se realizan con chimenea cerrada y el ahumado se continúa durante el cocido según el nivel de ahumado deseado en el producto. Si el generador de humo es de fricción se puede programar para: 5 minutos



intervalo de fricción, 15 segundos tiempo de fricción. Este programa da un aporte continuo de humo y se ajusta al tiempo total de ahumado que se considere necesario de acuerdo a la intensidad de ahumado deseado.

Este plan de cocinado permite la temperatura de 68-70°C requerida en el centro del producto, la cual se puede chequear con termómetro adecuado.

#### Otro plan menos escalonado puede ser el siguiente:

Secado (chimenea abierta) 65°C/45 min, procesada ahumado 70°C/1h chimenea cerrada y cocinado ahumado 85°C/8-10h chimenea cerrada. El tiempo de cocinado ahumado (8 - 10 horas) dependerá del peso del jamón (1 - 2 Kg). Se debe garantizar una temperatura de 68 - 70°C en el centro del jamón.

#### Refrigeración

La refrigeración 4°C/12-18 h permite la caída de la temperatura a rasgos que evitan el crecimiento de bacterias indeseables. También permite la consolidación de la textura deseable.

#### Eliminación de la malla y el celofán

Se elimina la malla y como el papel celofán permanece adherido a la superficie del producto se requiere someterlo a un baño rápido por agua caliente 90-95°C, lo cual determina un desprendimiento del celofán con facilidad dejando en el producto una superficie con las características deseadas que reflejan su condición de producto ahumado. También puede eliminarse solo la malla (estoquineta) y se deja el papel celofán, cubriendo el jamón

El empaquetado al vacío, grapado, retracción de la envoltura y almacenamiento refrigerado se realiza igual que para el jamón en cocido.

#### DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN (EQUIPOS, VER LÍNEA DE PROCESO TECNOLÓGICO 6)

Los equipos utilizados para las operaciones:

Desposte, inyección de solución curante, masajeado, son los descritos para el caso del jamón cocido.

La incorporación del jamón en la malla y papel celofán se hacen utilizando

un depósito cilíndrico semejante a la parte media inferior de un tobo plástico de 5 litros.

El horno ahumador (generador de humo) ya fue descrito en la línea de proceso para embutidos tipo emulsión.

Refrigerador, ya fue descrito.

El baño de agua caliente (90-95°C)

Se utiliza para un baño rápido que permita el desprendimiento del papel celofán de la superficie del jamón tipo tender. Esto puede ser un tanque de doble camisa para calentamiento por vapor o tanque de paredes simples calentado a gas u otra fuente térmica. Esto para cuando se elimina el papel celofán.

#### Proceso tecnológico 6 Elaboración de Jamón Tender

Proceso	Línea de Producción	Cambios o Eventos que ocurren en cada Operación
Desposte del pernil y cortado de la carne	Mesa y Cuchillo	▪ Ídem que para jamón cocido
Inyección-solución curante (curado)	Equipo de Inyección	▪ Ídem que para jamón cocido
Masajeado Malaxado (Batido)	Batido de jamón	▪ Ídem que para jamón cocido
Incorporación en papel celofán y estoquineta	Envase Papel celofán Estoquineta	▪ Adquiere la forma redondeada que tendrá el producto final fijando la forma anudando la estoquineta en la parte superior.
Plan de Cocinado ▪ Secado (ch. a.) 65°C/30 ▪ Precocido-ahumado (ch. c.) 70°C/1h ▪ Cocinado-ahumado (ch. c.)	Ahumadora	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pérdida de humedad</li> <li>▪ En una primera etapa se produce cambios semejantes al del "asentamiento" para jamón cocido.</li> <li>▪ En una segunda etapa se producen cambios idénticos al de la "Gelificación" del jamón cocido.</li> <li>▪ Se produce la reacción de maillard debido a la reacción de los grupos</li> </ul>



Proceso	Línea de Producción	Cambios o Eventos que ocurren en cada Operación
85°C/8-10h		carbonilo del humo y de los hidratos de carbono con los grupos aminicos de las proteínas en altas temperaturas.
Refrigeración	Cava	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Descenso de temperatura sacándolo de rangos críticos.</li> <li>▪ Consolidación de la estructura solidificación de gelatina.</li> <li>▪ Inhibición de crecimiento de bacterias patógenas y de putrefacción.</li> </ul>
Eliminación de estoquineta	Manual	▪ Conserva la forma y características de textura y color adquirido en el proceso.
Empaquetado al vacío	Sistema CRY-O-VAC	▪ Ídem que para jamón cocido.
Grapado	Grapadora	▪ Ídem que para jamón cocido.
Retracción de la envoltura	Baño térmico (88-99°C)	▪ Ídem que para jamón cocido.
Almacenamiento (Refrigerado)	Cava 4 °C	▪ Ídem que para jamón cocido.

## ELABORACIÓN DE ENLATADOS DE CARNES

### ESTERILIZACIÓN

La operación más importante en el proceso de enlatados es la esterilización cuyo objetivo fundamental es la destrucción de las bacterias patógenas y de la putrefacción tanto en estado vegetativo como en estado esporulado, sin afectar significativamente las características organolépticas del producto elaborado.

### ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA ESTERILIZACIÓN

#### Resistencia de las bacterias

La resistencia de las bacterias a la acción térmica esta afectada por varios factores pero juegan papel fundamental, el estado esporulado que pueden adoptar, la concentración (número de bacterias) en el producto y en el pH del medio o sea el pH del producto en proceso.

### Relación tiempo-temperatura

La relación fundamental en la esterilización está referida al tiempo requerido a una temperatura determinada para la destrucción bacterial y se expresa en términos de valor "F" y valor "D".

#### Concepto de valor "F"

Se refiere al número de minutos necesarios para destruir todas las bacterias (esporas) a 121,1 °C.

#### Concepto de valor "D"

Se refiere al tiempo en minutos necesarios para causar la reducción en un log. (90%) la población bacteriana a 121,1 °C.

Según Herson y Hulland (1985) las esporas de *C. botulinum* tienen a 121,1 °C un valor "D" de aproximadamente 0,21.

#### Explicación del valor F

El concepto del valor F, se apoya en el conocimiento de que la destrucción de los microorganismos está sometida a leyes matemáticas. Según el concepto del valor F, cada temperatura superior a + 100 °C posee un efecto destructor de esporas de una determinada bacteria (valor letal) que aumenta al elevarse la temperatura. Por tanto, se debe tratar térmicamente a 101,1 °C por 100 min, a 111,1 °C por 10 min, a 121,1 °C por 1 min. a 131,1 °C por 0,1 min para obtener el mismo efecto letal. Es decir, que con cualquiera de esos tratamientos térmicos en los tiempos indicados, se obtiene un valor para F = 1 o dicho de otra manera, el tratamiento por: 1 min 101,1 °C corresponde a un valor F = 0,01, a 111,1 °C corresponde a un valor F = 0,1, a 121,1 °C corresponde a un valor F = 1 y a 131,1 °C corresponde a un valor F = 10.

De lo anterior se puede deducir una ley, la cual informa que: por cada elevación de 10°C en la temperatura, se necesita sólo una décima parte del tiempo para obtener el mismo efecto letal.

También resulta importante indicar que el potencial esterilizante o "valor letal" que se alcanza en un minuto a 121,1 °C dando a F valor 1, se ha establecido como unidad de referencia para el cálculo de valor F.

#### Concepto de 12 D (referido al *Clostridium botulinum*)

Este valor expresa la posibilidad que tiene de sobrevivir una espora de *C.*



*botulinum*. En este caso particular tiene una posibilidad entre 1012 de sobrevivir (riesgo admitido)

Esto permite deducir el valor "F" para el *Clostridium botulinum*, partiendo de la formula  $F = D (\log.a - \log.b)$ , la cual relaciona los valores F y D con las tasas de microorganismos antes (a) y después (b) del tratamiento térmico; donde b representa el riesgo admitido.

$$F = D (\text{Log}.a - \text{Log}.b)$$

$a = 10^{12}$  (población inicial) antes del tratamiento térmico.

$b = 1$  (población final) después del tratamiento térmico. Riesgo admitido

$$F = D (\text{Log}.10^{12} - \text{Log}.1)$$

$$F = D (12 - 0)$$

$$F = D D(12)$$

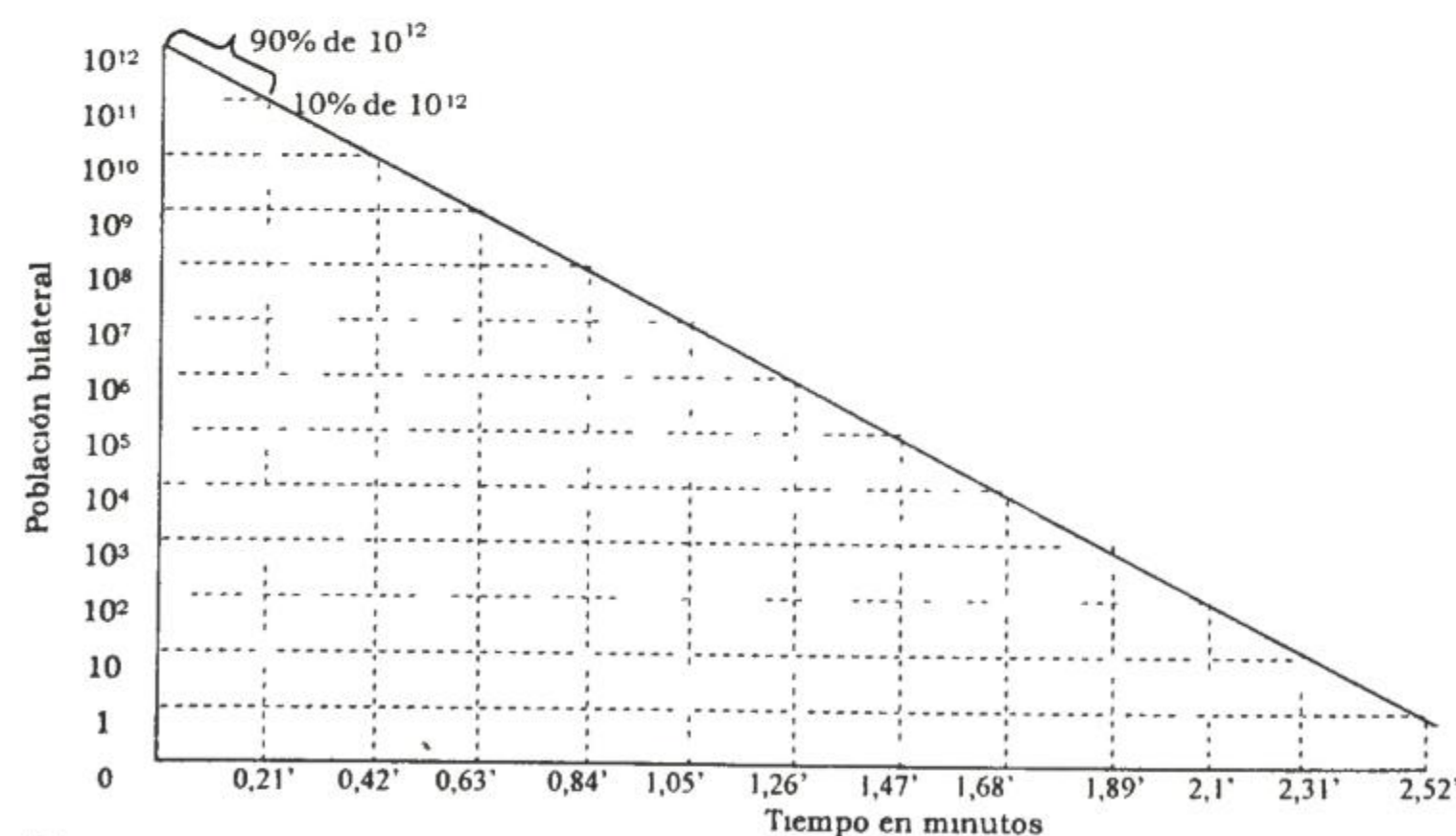
$$F = 12D$$

Como el valor D para el *C. botulinum*  $D = 0,21$

$$F = 12(0,21) = 2,52$$

$$F = 2,52$$

Esto se observa gráficamente en la figura 27



Para este caso, a temperatura de 121,1 °C el valor  $F = 252$  min lo cual se expresa como valor  $F = 2,52$

Figura 27. Reducción de la población bacteriana para *C. botulinum* con valor  $D = 0,21$

De acuerdo con la figura 27 con el *C. botulinum* con valor  $D = 0,21$ , se requieren 2,52 min a 121,1 °C para la destrucción de una población total de 1012 microorganismos (esporas), con una posibilidad entre 1012 que de sobrevivir 1 espora, lo cual actualmente se acepta como un estándar "clásico" o riesgo admitido para productos de acidez media o baja.

Es importante indicar que en el caso de la esterilización para productos cárnicos enlatados, normalmente se supera ese valor F, que sería el mínimo indicado (2,52). Pues en la práctica se aplica el concepto de "conservas integrales", donde según Wirth et al (1981), el valor F tiene un rango entre 4-5.5 lo cual supera significativamente el valor 2,52 dando así un importante margen de seguridad a estos productos.

Mediante el valor F se pueden comparar los efectos letales sobre los microorganismos, alcanzables con diferentes temperaturas, también se pueden sumar estos efectos letales.

### Método de adición

Existen métodos y técnicas para el cálculo del valor F. Pero a los efectos de este libro, se ha seleccionado un método, mediante el cual con mínimo esfuerzo pero con suficiente exactitud, puede calcularse el valor F con un procedimiento simplificado de integración. Se trata del método de adición de Patashnik (1953); citado por Reichert (1988) y el cual se describe a continuación, haciendo un resumen de la técnica reportada por Wirth et al. (1981) y Reichert (1988) quienes destacan los siguientes aspectos a considerar:

### Calculo del valor F por el método de adición

Como ya se indicó es un método sencillo pero suficientemente exacto que consiste en medir con un intervalo de un minuto, la temperatura en el punto frío de la conserva durante las fases de calentamiento y enfriamiento, calculando luego el correspondiente valor F o efecto destructivo (valor letal) alcanzado. La suma de todo los valores F, a partir de + 100°C (fase de calentamiento) y hasta +100°C (fase de enfriamiento) es el valor F acumulado. Los valores que se consideran para cada lectura de temperatura a intervalos de un minuto aparecen en la tabla 1.

### Indicaciones importantes para el método de adición

En la parte operativa de este método y en concordancia con las experiencias realizadas en el laboratorio de proceso de carne de la UNELLEZ el autor ha observado algunos aspectos que ha considerado importante señalar:



### Temperatura inicial reportada por el indicador digital

La primera temperatura que reporta el termocupla para el punto frío de la lata se corresponde con la temperatura de llenado, o es un poco más baja, dependiendo del tiempo transcurrido entre la operación del llenado y sellado del envase pues si éste es prolongado, la temperatura de la lata baja ligeramente y por tanto al momento de tomarla del testigo (envase control), ésta será más baja que la de llenado. La temperatura de llenado está alrededor de 75°C.

Las temperaturas con valores por debajo de 100°C no se registran para el cálculo del valor F por ser consideradas como temperaturas con efectos pasteurizador, pero no tienen efecto esterilizante, el cual sólo aparece con temperaturas iguales o superiores a 100 °C. Por tal motivo se desechan todos los valores inferiores a 100°C y solo se registran las temperaturas a partir de 100°C.

Tabla 1. Valores F para intervalos de temperatura entre 100 y 135 °C validos para condiciones de PH > 4,5

°C	Valor F	°C	Valor F
100	0.0077	118	0.4885
101*	0.0097	119	0.6150
102	0.0123	120	0.7746
103	0.0154	121***	0.9747
104	0.0194	122	1.2270
105	0.0245	123	1.5446
106	0.0308	124	1.9444
107	0.0388	125	2.4480
108	0.0489	126	3.0817
109	0.0615	127	3.8805
110	0.0775	128	4.8852
111**	0.0975	129	6.1501
112	0.1227	130	7.7459
113	0.1545	131****	9.7466
114	0.1945	132	12.2699
115	0.2449	133	15.4560
116	0.3083	134	19.4553
117	0.3880	135	24.5098

\* 101,1 °C Corresponde a un valor F de 0,01

\*\* 111,1 °C Corresponde a un valor F de 0,1

\*\*\* 121,1 °C Corresponde a un valor F de 1

\*\*\*\* 131,1 °C Corresponde a un valor F de 10

Fuente: Wirth et al. (1981) y Reichert (1988)

### Condiciones para registrar las temperaturas para el cálculo de F

En el indicador digital de temperatura se podrá observar que el cambio de temperatura puede no ser definitivo de un grado a otro pudiendo llegar al término del minuto sin haberse estabilizado para el grado superior. En este caso, se registrará el grado inferior como valido para el valor de F reportado en la tabla (en ascenso y descenso). Para comenzar el registro se empieza a contar el minuto 1 a partir del momento en que se estabilice la temperatura en 100°C en el ascenso y se terminará el registro en el momento en que deje de ser estable la temperatura en 100°C es decir que empiece a marcar 99°C en el descenso.

Un valor F de la tabla 1 puede repetirse por dos o tres minutos dependiendo de la velocidad de calentamiento o enfriamiento del contenido de la lata en el punto frío y al efecto un valor F de la tabla 1 puede participar varias veces en la sumatoria del F total de esterilizado.

### Ejemplo del cálculo de F.

A título de ejemplo se puede observar la tabla 2, la cual reporta los valores correspondientes al cálculo del valor F en la esterilización del "jamón endiabado" realizada en el laboratorio de procesamiento de carnes de la UNELLEZ.

En relación a los datos reportados en la tabla 2, se pueden hacer las siguientes observaciones:

1. Aun después de haber entrado en la fase de enfriamiento, es decir, de haber cerrado el vapor y abierto el agua de enfriamiento se observa un incremento en el punto frío **del envase** hasta 118 °C, que corresponde a la temperatura máxima alcanzada lo cual ocurrió a nivel del minuto 23 de la operación de esterilizado lo cual indica que la rata de penetración de calor continua avanzando desde la superficie a la parte interna del envase, aun después de suspendida la fuente térmica (vapor) de la misma manera ocurre el enfriamiento del contenido. También indica que la máxima temperatura de proceso no fue muy elevada.
2. Como puede observarse y para el minuto 21 el valor acumulado de F (2,8607) es superior a valor F = 2,52 mínimo requerido para la destrucción de las esporas de *C botulinum* (12D), lo cual indica que el valor total alcanzado para F = 4,8052 está muy por encima (*margen de seguridad*) de ese valor (F = 2,52).
3. De acuerdo con la clasificación para conservas reportada por Wirth et al. (1981) esta conserva (enlatado), cae dentro de la calificación de



conservas integrales ( $F = 4,0 - 5,5$ ) donde han sido destruidos todos los gérmenes en estado vegetativo, las esporas de gérmenes mesófilos de género *Bacillus* y del género *Clostridium* y pueden ser mantenidas por cuatro años a temperaturas de almacenamiento de  $25^{\circ}\text{C}$

Según la misma clasificación para conservas, existe otra denominación tipificada como conservas tropicales ( $F = 12-15$ ), donde han sido destruidas todas las formas bacteriales indicadas en conservas integrales y las esporas de gérmenes termófilos de los géneros *Bacillus* y *Clostridium* y pueden ser mantenidas por 1 año a  $40^{\circ}\text{C}$ .

Piña y García (2003) elaboraron jamón endiablado con carne de ovéjo de primera, segunda y tercera (clasificación en analogía con la carne bovina), aplicando el método de adición y ante la evaluación organoléptica obtuvieron preferencia por los productos elaborados por carnes clasificadas como de segunda y tercera.

Tabla 2- Cálculo del valor de F en la esterilización de Jamón Endiablado (Lab. UNELLEZ)

Fase	Tiempo min.	Temperatura $^{\circ}\text{C}$	Valor letal Valor F	Suma de Valores F
Fase de calentamiento (ascenso)	1	100	0,0077	
	2	102	0,0123	
	3	103	0,0154	
	4	104	0,0194	
	5	105	0,0245	
	6	106	0,0308	
	7	107	0,0388	
	8	108	0,0489	
	9	109	0,0615	
	10	110	0,0775	
	11	111	0,0975	
	12	112	0,1227	
	13	112	0,1227	
	14	113	0,1545	
	15	114	0,1945	
	16	114	0,1945	
	17	115	0,2449	
	18	116	0,3083	
	19	116	0,3083	
	20	117	0,3880	
	21	117	0,3880	2,8607
Fase de Enfriamiento (descenso)	22	117	0,3880	
	23	118	0,4885	
	24	117	0,3880	
	25	115	0,2449	
	26	113	0,1545	
	27	112	0,1227	
	28	109	0,0615	
	29	107	0,0388	
	30	105	0,0245	
	31	103	0,0154	
	32	101	0,0097	
	33	100	0,0077	1,9442
Valor F Total				4,8049



## ASPECTOS IMPORTANTES EN EL PROCESO DE ENLATADOS

En el presente punto serán tratados algunos aspectos que son importantes dentro del enfoque tecnológico de este libro:

### 1. COMPONENTES DEL DOBLE CIERRE DE LA LATA

Durante la operación de sellado de la lata. Se establece un doble cierre hermético, en el cual se pueden identificar unas estructuras o componentes que se esquematizan en la figura 28.

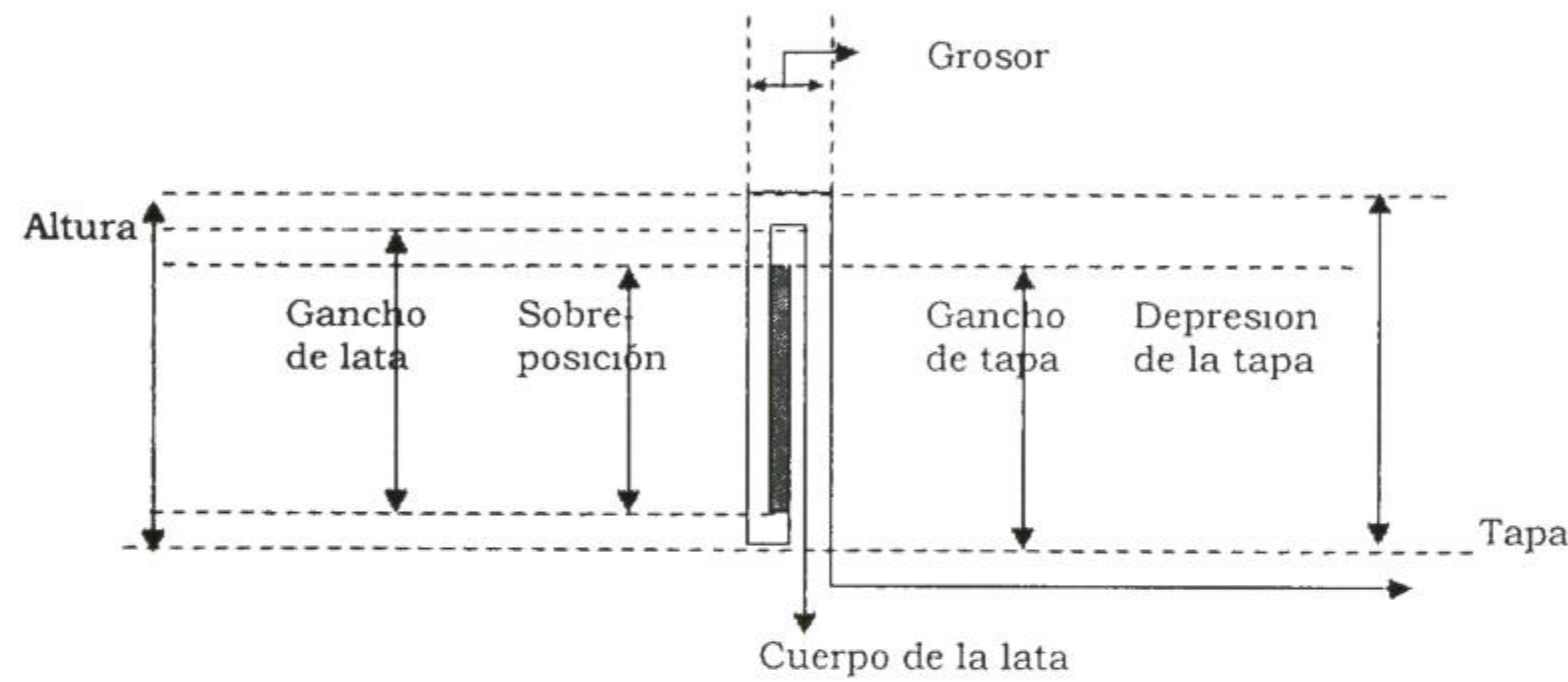


Figura 28. Componentes del doble cierre

Como el doble cierre de la lata se realiza a gran velocidad y debe ser en forma muy segura, se necesita un cuidadoso y seguro ajuste de la selladora para que se efectúe una operación satisfactoria.

### 2. ESPACIO DE CABEZA

El espacio de cabeza es un ligero espacio sin llenar que se deja en el tope de la lata, este permite la acumulación de vapor producido en el calentamiento previo al sellado y la dilatación de contenido durante la esterilización. A los efectos de los requerimientos de productos pastosos o viscosos, se puede indicar que un espacio del 5-7 % representa los efectos positivos indicados. Se debe tener cuidado de no exceder el volumen del espacio pues podría favorecer los procesos de oxidación.

### 3. EL VACÍO DE LA LATA

El vacío del envase favorece el efecto esterilizante disminuyendo el tiempo de tratamiento térmico y garantiza mayor estabilidad del producto a los procesos oxidativos.

El vacío del envase se puede lograr haciendo un llenado y sellado en

caliente entre 71.-75°C. este se explica en razón de que el flujo del calor se produce una dilatación del producto y un nivel de vapor en la superficie del mismo. Luego de esterilizado y enfriado el producto se produce un condensado del vapor en el espacio de cabeza, más una ligera contracción del contenido, que estaba dilatado por el calor de llenado y todo eso se traduce en la generación del vacío del envase. En el laboratorio de proceso de carne de la UNELLEZ, habiendo llenado del envase con jamón endiabado a temperatura entre 71-75°C, se han logrado de 22-25 cm (220-250 mm.) de vacío al enfriarse la lata a la temperatura ambiente del laboratorio.

Cuando una lata se transporta a zonas de clima más caliente que donde fue procesada o de gran altura, el aumento de temperatura o reducción de la presión atmosférica reduce el vacío. Según Jarvis (1943) citado por Herson y Hulland (1985), por cada 300 mts de altura se pierde 2,5 cm. (25 mm) de vacío.

### 3. AUTOCLAVE

El autoclave cuenta con una entrada de vapor, una entrada de agua, entrada de aire comprimido, drenaje, termómetro y manómetro, además de la válvula de seguridad y salida de evacuación de vapor, dispone también de la cesta correspondiente para ubicar el producto en proceso.

El comportamiento del ascenso y descenso de temperatura varía de un autoclave a otro e inclusive en un mismo autoclave. En el caso de autoclave del laboratorio de la UNELLEZ se han observado diferencias de acuerdo a las condiciones ambientales especialmente en el descenso de la temperatura, cuando la temperatura del agua de enfriamiento que entra al autoclave se ve significativamente afectada por la temperatura del ambiente dependiendo si es época de calor intenso (época de sequía) o época de menor temperatura ambiente (época lluviosa).

Por tanto para estandarizar el tiempo de proceso para un autoclave se debe tomar en cuenta estos aspectos.

### OPERACIÓN DEL AUTOCLAVE EN EL ESTERILIZADO

Se puede indicar que la operación del autoclave deberá estar en sintonía con el comportamiento del incremento y caída de la temperatura y presión interna de la lata al efecto se tiene lo siguiente:

Cuando la lata recibe tratamiento térmico empieza un calentamiento lento de su contenido llegando un momento que se produce una expansión del mismo, que asociado a la producción de vapor genera una presión interna, que debe nivelarse con una presión externa a la lata para evitar sobrepasar la



resistencia de la lata pues de lo contrario se producirá abombamiento o explosión de la lata.

Este aspecto generalmente está cubierto durante el calentamiento, pues para incrementar la temperatura, el vapor aporta además de la temperatura presión externa a la lata y más bien se debe cuidar de no exceder la presión externa con relación a la interna, pues se podría ocasionar un hundimiento o colapso de la lata.

Sin embargo, de acuerdo a lo reportado por Wirth et al., (1981) en la etapa de calentamiento, son admisibles subidas rápidas de presión. Pero según los mismos autores se debe actuar con precaución en el enfriamiento, donde en general la tapa se abomba según el formato del envase, a partir de una diferencia de presión de 0,5 hasta 0,8 atm. Según su ejemplo (figura 29) la presión externa de la lata puede ser de 2,5 atm y la interna de 2,8 atm, sin que ocurra abombamiento (diferencia = 0,3 atm) pero al caer la externa a 2 atm. y la interna permanece a 2,8 atm, se produce abombamiento de la tapa (diferencia = 0,8 atm.)

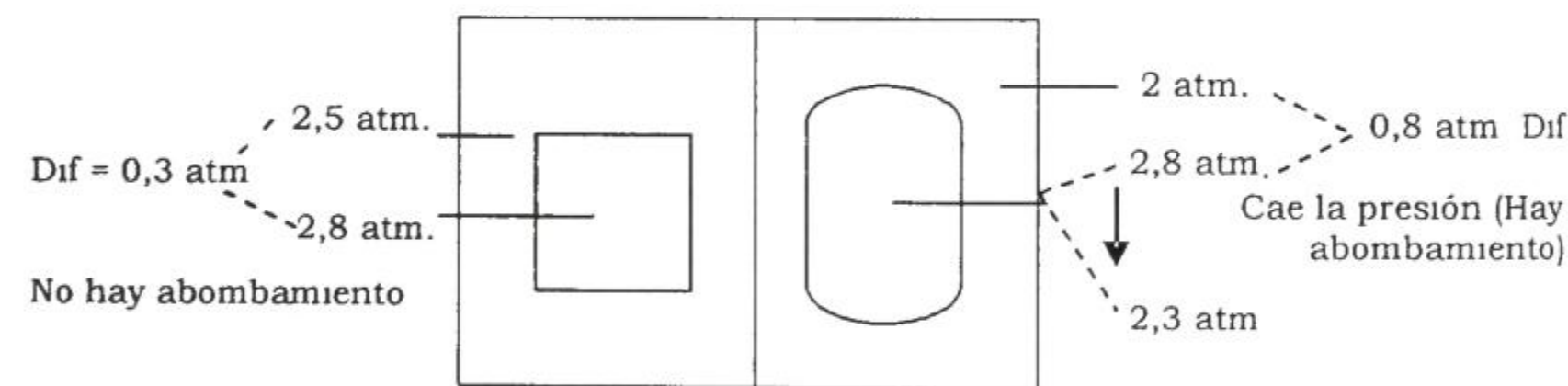


Figura 29. Ejemplo de una situación que genera abombamiento del envase por las diferencias de presión con el autoclave  
Fuente: Wirth et al. (1981)

Con base a lo anterior la operación del autoclave se puede resumir en los siguientes pasos, una vez que las latas estén listas para ser sometidas a la operación de esterilizado:

- 1) Abrir vapor cuya penetración produce un doble efecto: aumento de presión en el interior del autoclave pero externo a la lata.

Esto inicia un calentamiento del contenido de la lata que como ya se indicó produce también un aumento de presión interna debido al vapor interno que se produce en la lata y a la dilatación de su contenido. Pero este incremento de presión interna de la lata no se produce con la misma rapidez o intensidad que la externa a la misma y aunque el efecto no sea tan crítico como para el enfriamiento, se debe cuidar de no producir hundimiento de la lata.

Cuando el plan de esterilizado determina que se debe iniciar el enfriamiento se procede como sigue;

- 2) Cerrar la entrada de vapor al autoclave.

3) Simultáneamente se abre la entrada de aire y agua con lo cual se logran dos efectos en el autoclave: a) Se inicia un proceso de enfriamiento por efecto del agua y b) el aire comprimido mantiene el nivel de presión requeridos en el autoclave y externo a la lata, pues la presión externa a la lata que mantenía el vapor del autoclave cae bruscamente producto de cerrar el vapor y el condensado del existente, debido al enfriamiento con agua.

De esta manera se va graduando simultáneamente el enfriamiento del contenido de las latas pero manteniendo la caída de su presión dentro de los límites críticos de 0,5 atm de diferencia entre la presión interna y externa a la lata.

Se debe indicar, que con fines didácticos la operación de esterilizado fue aplicada paso a paso. Pero en la actualidad los autoclaves, están dotados de un sistema de control automatizado y programable que garantiza su funcionamiento automático.

## ELABORACIÓN DE JAMÓN ENDIABLADO

### DESCRIPCIÓN DEL PROCESO TECNOLÓGICO (OPERACIONES, VER PROCESO TECNOLÓGICO 7)

#### Curado

Inyección de la solución curante e inmersión en la solución curante se ajustan exactamente a lo descrito para chuleta ahumada.

#### Cocinado

Consiste en cocinar bajo condiciones de inmersión en agua el pernil con hueso, después de curado (115 °C/1h) El cocinado determina la coagulación de las proteínas miofibrilares, anulando su funcionalidad, paso indispensable para lograr la textura (grumosa) del producto final.

#### Desposte

Consiste en deshuesar la carne cocida y separar la parte de la piel que algunas veces tiene todavía el pernil curado y cocido.

#### Formulación y molido

La fórmula: (pernil curado y cocido 68%, tocino = 30% y Especies = 2%), es sometida a un molido incorporando todo los ingredientes simultáneamente a la tolva de un molino que ejecuta el molido muy fino (2mm) de los ingredientes



de la fórmula.

### **Mezclado (en cuatro etapas) y calentamiento**

Una vez molidos los ingredientes son mezclados para una distribución homogénea y obtener una textura grumosa adecuada del producto. Como las proteínas miofibrilares ya han perdido su funcionalidad por coagulación previa de las mismas, no se forma una estructura emulsionada o pastosa ni en bloques, sino que las proteínas generan una textura grumosa por el molido de la carne después del cocinado y favorecida por el mezclado en etapas con temperaturas ascendentes (50, 58, 66 y 82 °C)

### **Llenado, tapado, sellado en caliente**

El llenado consiste en una dosificación del producto acorde con el tamaño de la lata que contiene el producto siempre considerando el espacio de "cabeza".

El tapado consiste en colocar la tapa en cada una de las latas una vez llenas con el producto correspondiente.

El sellado consiste en sellar herméticamente los bordes de la lata con los bordes de la tapa es lo que se conoce como "doble cierre" lo cual garantiza la conservación del vacío de la lata hasta el momento de su utilización. Esta operación se cumple a temperatura entre 71 - 75 °C, lo cual garantiza que al enfriarse el contenido después del sellado y esterilizado se producirá un vacío en el producto final, dentro de la lata.

### **Esterilización**

Consiste en un tratamiento térmico cuyo objetivo es la destrucción total de los microorganismos tanto en forma vegetativa como en forma esporulada especialmente de los patógenos y la "esterilización comercial" en productos cárnicos (jamón endiabado), está referido fundamentalmente al *Clostridium botulinum* y se expresa en términos de valores F y valores D.

El caso del jamón endiabado se puede ubicar en el rango de "conservas integrales" se corresponden con un valor F a nivel del punto frío de la lata en el rango de F = 4,0 - 5,5.

### **Etiquetado**

Es una operación de rotulación mediante la cual se coloca en la lata una etiqueta que lleva impresa la información que debe conocer el consumidor acerca del producto de acuerdo a lo establecido en la normativa al respecto.

### **Cuarentena**

Consiste en colocar el producto en un almacén a temperatura ambiente en condición de espera por diez días mientras se cumplen las evaluaciones de

calidad del producto a nivel del laboratorio, las cuales determinan la autorización para su comercialización.

### **Calidad**

El factor fundamental de ésta lo constituye el despistaje de gérmenes concretamente la presencia de esporas activas de *Clostridium botulinum* (anaerobio mesófilo) para lo cual se colocan algunas muestras (latas) en incubadoras a 37° para evaluar el posible crecimiento del *C. botulinum*.

También se hace una evaluación de las características físico-químicas del producto y del doble cierre a nivel de la tapa.

### **Liberación al mercado**

La evaluación de la calidad del producto determina la decisión de liberar el producto al mercado.

## **LÍNEA DE PRODUCCIÓN (VER PROCESO TECNOLÓGICO 7)**

La descripción de los equipos de:

Los equipos de inyección de solución curante y el Tanque de inmersión, para la línea del proceso de chuleta ahumada son extensivos para la línea de proceso del jamón endiabado.

### **Tanque de cocinado.**

Consiste en un tanque de doble camisa para ser calentado por vapor con control de temperatura regulada entre 100-111 °C.

Esta operación también se puede realizar en autoclave o en cualquier recipiente de acero inoxidable con otra fuente térmica (gas o electricidad).

### **Desposte**

Ser requiere de un cuchillo y una mesa de acero inoxidable.

### **Molino**

Es un equipo provisto de una tolva de recepción la cual recibe los ingredientes de la fórmula y los descarga sobre un tornillo sin fin que está encerrado dentro de una cámara y los empuja a presión sobre un disco perforado. Ajustada sobre el disco gira una cuchilla que corta los ingredientes que pasan luego a través de los orificios del disco perforado cuyo diámetro es de 2 mm.

### **Mezcladoras**

Constituye una batería de cuatro mezcladora en serie y con temperaturas ascendentes (50-58-66 y 82°C) La primera conecta con el molino que muele los ingredientes y la última conecta con la llenadora de latas (dosificadoras).



Cada mezcladora recibe por un ducto y descarga por otro en forma integrada y por bombeo. Tienen una fuente térmica que calienta las paredes del recipiente y las aspas del batido, conectadas a ejes de rotación y están dotadas de tapas que evitan la pérdida de humedad durante el batido. Tienen bombas intercaladas para la carga y descarga del contenido.

#### Llenadora, tapadera y selladoras

Constituye un equipo integrado que llena (dosifica) el contenido en las latas, coloca las tapas después del llenado y posee cabezales para ejecutar el sellado de la lata que realiza el "doble cierre" a nivel de la tapa.

#### Autoclave o retorta

Se describe el autoclave de calentamiento estático el cual consiste en una cámara con su tapa con vapor como fuente térmica, aire comprimido para regular la presión durante el enfriamiento y agua que interviene en el enfriamiento del producto esterilizado cuenta con un termómetro y manómetro de control, además de las válvulas de seguridad y drenaje.

Puede tener un sistema automatizado de temperaturas, presión y registro de las condiciones del proceso.

#### Etiquetadora

Es un equipo con un dispositivo para recibir e incorporar la etiqueta sobre la lata, estas etiquetadoras están conectadas a rieles de carga y descarga para las latas que entran para etiquetar y salen etiquetadas.

#### Almacén

Es un local con temperatura ambiente donde se disponen en paletas de latas, las cuales se identifican según el caso: "en cuarentena", "retenidas" o "liberadas". Estos almacenes tienen facilidades para el movimiento de los montacargas y para la carga y descarga de transporte.

#### Laboratorios

Ambiente acondicionado con los servicios y equipos que permiten realizar las evaluaciones microbiológicas, físicas y químicas de calidad del producto.

### Proceso tecnológico 7. Elaboración de Jamón Endiabado

Proceso	Línea de Producción	Cambios o Eventos que ocurren en cada Operación
Inyección-solución curante (curado)	Equipo de Inyección	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ídem que para chuleta ahumada</li> </ul>
Inmersión en solución curante (curado)	Tanque de inmersión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ídem que para chuleta ahumada</li> </ul>
Cocinado 12-15 lb/plg <sup>2</sup> t= 1 hora T= 110-111 °C	Autoclave	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento de temperatura</li> <li>Perdida de agua pero sin dejar de manifestarse el efecto favorable que sobre la C.R.A. tienen el pH, anión de cloro (Cl-) y fosfatos sin los cuales la pérdida de agua (humedad sería mayor)</li> <li>Fijación de color de curado al transformar la nitrosomioglobina (inestable) en nitrosomicrocromo (estable)</li> <li>Se produce una coagulación de las proteínas en la forma en que estas se encuentran en la carne. Se debe señalar que las proteínas miofibrilares pierden su funcionalidad, lo que garantiza un producto grumoso.</li> <li>El colágeno de la carne (tejido conectivo) se gelatiniza por lo cual los ligamentos y tendones se ablandan, favoreciendo el deshuesado posterior.</li> </ul>
Desposte	Mesa y cuchillo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Separar la carne de los huesos</li> </ul>
Molido de la formula	Molino con disco con orificios ( 2mm)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los ingredientes de la formula sufren una disminución de tamaño de acuerdo al diámetro de los orificios (2mm)</li> </ul>
Mezclado y calentamiento en cuatro etapas	Cuatro mezcladoras en línea con temperaturas M <sub>1</sub> = 50°C, M <sub>2</sub> = 58°C, M <sub>3</sub> = 66 °C y M <sub>4</sub> = 82°C	<ul style="list-style-type: none"> <li>Distribución uniforme de los ingredientes, pero como las proteínas de la carne están coaguladas (pérdida de su funcionalidad) la mezcla conserva una estructura grumosa dentro de un componente oleoso (aceite), pues la grasa de cerdo funde totalmente debido al progresivo incremento de temperatura.</li> </ul>



Proceso	Línea de Producción	Cambios o Eventos que ocurren en cada Operación
Llenado, tapado y sellado a caliente	Llenado, tapado y sellado a caliente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se llena el producto en la línea de producción.</li> <li>Se tapa y sella a caliente.</li> </ul>
Esterilización	Autoclave retorta	<ul style="list-style-type: none"> <li>El producto en la estructura giratoria se somete a la acción de la presión y temperatura de la autoclave.</li> <li>Se somete el producto en una autoclave a una temperatura de 121°C por un tiempo de 15 minutos. El producto se somete a la presión de vapor de agua que se produce y esta presión es ejercida sobre las paredes de la lata. La presión es compensada por la presión que el vapor dentro de la autoclave ejerce sobre la parte exterior de la lata de aluminio. Esta se denomina "doble cierre".</li> <li>La temperatura asociada al tiempo de acción sobre los estados esporulados de las bacterias (<i>Clostridium botulinum</i>) determina su destrucción, lo cual</li> </ul>

Proceso	Línea de Producción	Cambios o Eventos que ocurren en cada Operación
Se somete el producto a la acción de la presión y temperatura de la autoclave	Se somete el producto a la acción de la presión y temperatura de la autoclave	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se somete el producto a la acción de la presión y temperatura de la autoclave.</li> </ul>
Etiquetado	Etiquetado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se somete el producto a la acción de la presión y temperatura de la autoclave.</li> </ul>
Toma de muestras para control de calidad y cuarentena (10 días)	Laboratorio de control de calidad y almacén	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación del producto mientras el lote pasa a cuarentena (10 días) en el almacén.</li> <li>Se realiza incubación de las muestras a 37°C para descartar la presencia de <i>Clostridium botulinum</i>.</li> <li>Evaluación del doble cierre.</li> <li>Estudios fisicoquímicos del caso.</li> </ul>
Liberación al mercado	Si el veredicto del laboratorio es apto para consumo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resultado de la evaluación de las muestras y el lote es liberado al mercado.</li> </ul>



Proceso	Línea de Producción	Cambios o Eventos que ocurren en cada Operación
		<ul style="list-style-type: none"> <li>En este caso los ingredientes y aditivos de la formula permanecen constantes en la composición de la misma pues como las mezcladoras son cerradas no hay perdidas por evaporación o drenaje.</li> <li>El contenido al final de la operación de mezclado sucesivo sale con la temperatura de la última mezcladora (82°C).</li> </ul>
Llenado, tapado y sellado en caliente	Llenadora, colocadora de tapas y selladora	<ul style="list-style-type: none"> <li>La temperatura de sellado es un poco menor (71-75°C) que la temperatura de la última mezcladora (82°C) debido a que ocurre una ligera disminución de la temperatura en el transporte de la última mezcladora a la llenadora y durante el llenado de la lata.</li> <li>Este llenado en "caliente" determina una expansión del contenido en la lata, también se produce vapor de agua que ocupa el espacio de cabeza y al enfriarse la lata después de la esterilización el contenido de la misma se contrae y el vapor de agua se condensa lo cual trae como consecuencia la generación de vacío en el envase.</li> </ul>
Esterilización	Autoclave o retorta	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permanece la estructura grumosa del contenido de la lata con la proteína coagulada y la grasa fundida.</li> <li>Se incrementa por encima de 100°C la temperatura del contenido de la lata la cual trae un incremento de la presión del contenido por el vapor de agua que se produce y esta presión es ejercida, sobre las paredes de la lata, la cual es compensada por la presión que el vapor dentro del autoclave ejerce sobre la parte externa de la lata, de lo contrario esta se deformaría.</li> <li>La temperatura asociada al tiempo de acción sobre los estados esporulados de las bacterias (<i>Clostridium botulinum</i>), determina su destrucción, lo cual</li> </ul>

Proceso	Línea de Producción	Cambios o Eventos que ocurren en cada Operación
		<p>lo cual establece los llamados valor "F" y "D" asociados a la operación de esterilización del producto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Durante la etapa de enfriamiento, el aire comprimido conserva la presión requerida en el exterior de la lata, la cual caería por el condensado del vapor del autoclave al entrar el agua de enfriamiento del mismo. De esta manera se equilibran las presiones internas y externas de la lata durante el enfriamiento del contenido ya esterilizado, hasta que este alcanza la temperatura de llenado (71-75°C).</li> </ul>
Secado de latas y enfriamiento hasta temperatura ambiente	Secadora de aire fresco a presión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se elimina el agua del exterior de la lata.</li> <li>Se baja la temperatura hasta temperatura ambiente muy por debajo de la temperatura de llenado. Esto determina contracción del contenido y condensación del vapor de agua del "espacio de cabeza" con la correspondiente generación de vacío dentro de la lata.</li> </ul>
Etiquetado	Etiquetadora	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se realiza la identificación del producto mediante la etiqueta elaborada de acuerdo a la norma oficial al respecto.</li> </ul>
Toma de muestras para control de calidad y cuarentena (10 días)	Laboratorio de control de calidad y almacén	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación del producto mientras el lote pasa a cuarentena (10 días) en un almacén.</li> <li>Se realiza incubación de las muestras a 37°C para descartar la presencia de <i>Clostridium botulinum</i>.</li> <li>Evaluación del doble cierre</li> <li>Estudios fisicoquímicos del caso.</li> </ul>
Liberación al mercado.	Si el veredicto del laboratorio es apto para consumo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resultado de la evaluación de las muestras y el lote es liberado al mercado.</li> </ul>



## EMBUTIDOS MADURADOS

Los embutidos madurados constituyen uno de los productos más complejos de la industria procesadora de carnes y su proceso de elaboración está afectado por numerosos factores que para su consideración se pueden agrupar en físicos, químicos y biológicos (Microbiológicos).

### FACTORES FÍSICOS

Entre los aspectos físicos a considerar se destacan la temperatura y humedad relativa de la cámara de maduración, el punto de rocío, intensidad luminosa, circulación del aire y la migración de agua liberada por las proteínas miofibrilares hacia la cámara de maduración (gradiente de humedad hacia la cámara).

### FACTORES QUÍMICOS

Se refiere a los factores relacionados con la carne y sus reacciones frente a los tratamientos que se le aplican durante el proceso, especial importancia tiene el pH y el pigmento (mioglobina) de la carne, carnes P-S-E; D.F.D Y D.C-B., reacciones del curado desde los nitratos y/o nitritos aplicado hasta el desarrollo de color de curado.

### FACTORES BIOLÓGICOS (MICROBIOLÓGICOS)

Incluyen las bacterias nitrificantes, acidificantes y hongos para el sabor y aroma.

## DESCRIPCIÓN DE LOS FACTORES:

### FACTORES FÍSICOS

**Temperatura, %H.R., luminosidad y circulación de aire de la cámara de maduración:**

Mediante estos factores se puede controlar el proceso de maduración, que se desarrolla en la cámara de maduración, tomando como base las condiciones del producto en cada etapa del proceso de maduración.

### El punto de rocío:

Es un punto clave tomando como base la temperatura del producto que entra a la cámara, la temperatura de la cámara y la %H.R. de la cámara. De la conjugación de estos factores depende la condensación de agua sobre la superficie del producto que entra en la cámara de maduración,

### Gradiente de humedad hacia la cámara:

Se basa fundamentalmente en el rompimiento del equilibrio de humedad relativa que la cámara puede presentar en relación al producto.

El gradiente de humedad hacia la cámara resulta de romper la humedad relativa de equilibrio (H.R.E.) con relación al centro del embutido para favorecer su desecación (Deshidratación).

### Circulación de aire:

Influye sobre la eficiencia del gradiente de humedad hacia la cámara establecido durante el proceso.

### Luminosidad:

Su intensidad se mide en lux y se expresa en valor Lx.

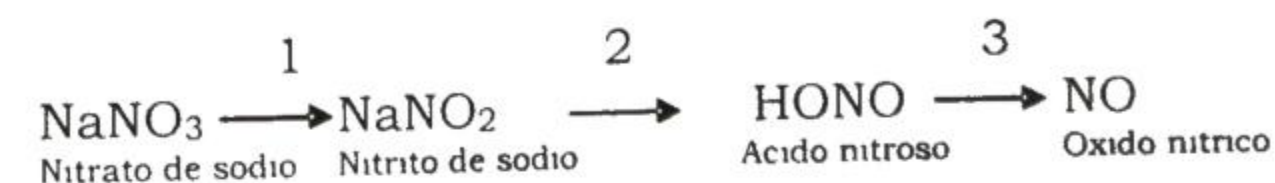
Resulta importante ajustar la intensidad luminosa de acuerdo a las necesidades de la cámara para evitar sus efectos negativos sobre el color y la oxidación de las grasas.

### FACTORES QUÍMICOS

El pH de la carne que se dedican a la fabricación de embutidos madurados debe ser bajo para garantizar estabilidad del mismo al principio de la maduración cuando todavía no se ha manifestado la caída del pH por acción de la flora ácido láctica por otra parte ante la presencia de carne P.S.E. y D.F.D. para la fabricación de embutidos, se recomienda mezclarla para balancear el pH de la misma. En todo caso no se debe utilizar carnes con pH superiores a 5,8 (bovino) y 6 (cerdo), como norma general basta con hacer una sola medida entre las 24 y las 48 horas después del sacrificio del animal a las carnes destinadas a la fabricación de productos madurados.

### Reacciones de curado:

Además de las ya explicadas en capítulo anterior se deben considerar las siguientes:



### 1.- Reducción de los nitratos a nitritos:

Este paso se da por acción de bacterias nitroreductoras, concretamente el *Micrococos aurantiacus*. Estas bacterias tienen la particularidad de producir enzimas reductoras (Sistema enzimático nitro-reductasa) que reducen los



nitratos a nitritos.

Según Schiffner et al. (1978), si el pH desciende con demasiada rapidez se inactiva el sistema enzimático nitro-reductasa de las bacterias nitroreductoras. Este se debe al bloqueo en la síntesis de NADH determinando muy poca eficiencia del sistema nitro-reductasa en la reducción de los nitratos.

En tal sentido las bacterias nitro-reductoras solo son eficientes hasta un pH de 5,5 por debajo del cual se inhibe su acción.

Al efecto debe mantenerse como norma que no se debe agregar G.D.L. cuando se trabaje sólo con nitrato o con mucho azúcar y temperaturas muy altas de maduración, pues cualquiera de esos dos tratamientos provoca una rápida caída del pH por debajo de 5,5 con la consecuente inhibición del sistema enzimático nitro-reductasa.

## 2.- Acidificación de los nitratos hacia ácido nitroso:

Este paso se puede acelerar mediante la aplicación de glucoma-delta lactona que produce ácido glucónico en presencia de agua mediante la siguiente reacción:



Pero en los productos madurados donde intervienen bacterias acidificantes (ácido lácticas) estas se encargan de producir ácido láctico a partir de los hidratos de carbono del medio (azúcares) por la vía de la fermentación láctica.

Según lo reportado por Coretti (1971) la G.D.L. se considera como estabilizador de la maduración. En efecto no solo acelera el enrojecimiento y ligazón (gelificación) de la masa del embutido, sino que contribuye también a la estabilización del color, del pH y con ello también de la maduración. Pero como ya se indicó cuando se usa nitrato de sodio no procede utilizar G.D.L. o utilizarla en concentraciones inferiores al 0,5% y con cantidades limitadas de azúcar de acción acidificante moderada para evitar caídas violentas del pH.

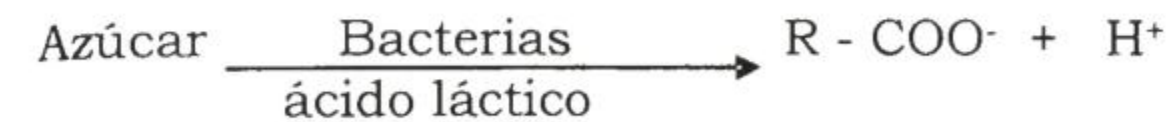
## 3.- Reducción del ácido nitroso a oxido nítrico

En este paso intervienen los agentes reductores de la carne como es el NADH y los agregados como son el ácido ascórbico y sus sales sódicas: Ascorbato y eritorbato de sodio.

Estos mismos agentes reductores intervienen manteniendo el hierro de la

mioglobina en estado reducido, lo cual favorece la reacción final del color de curado.

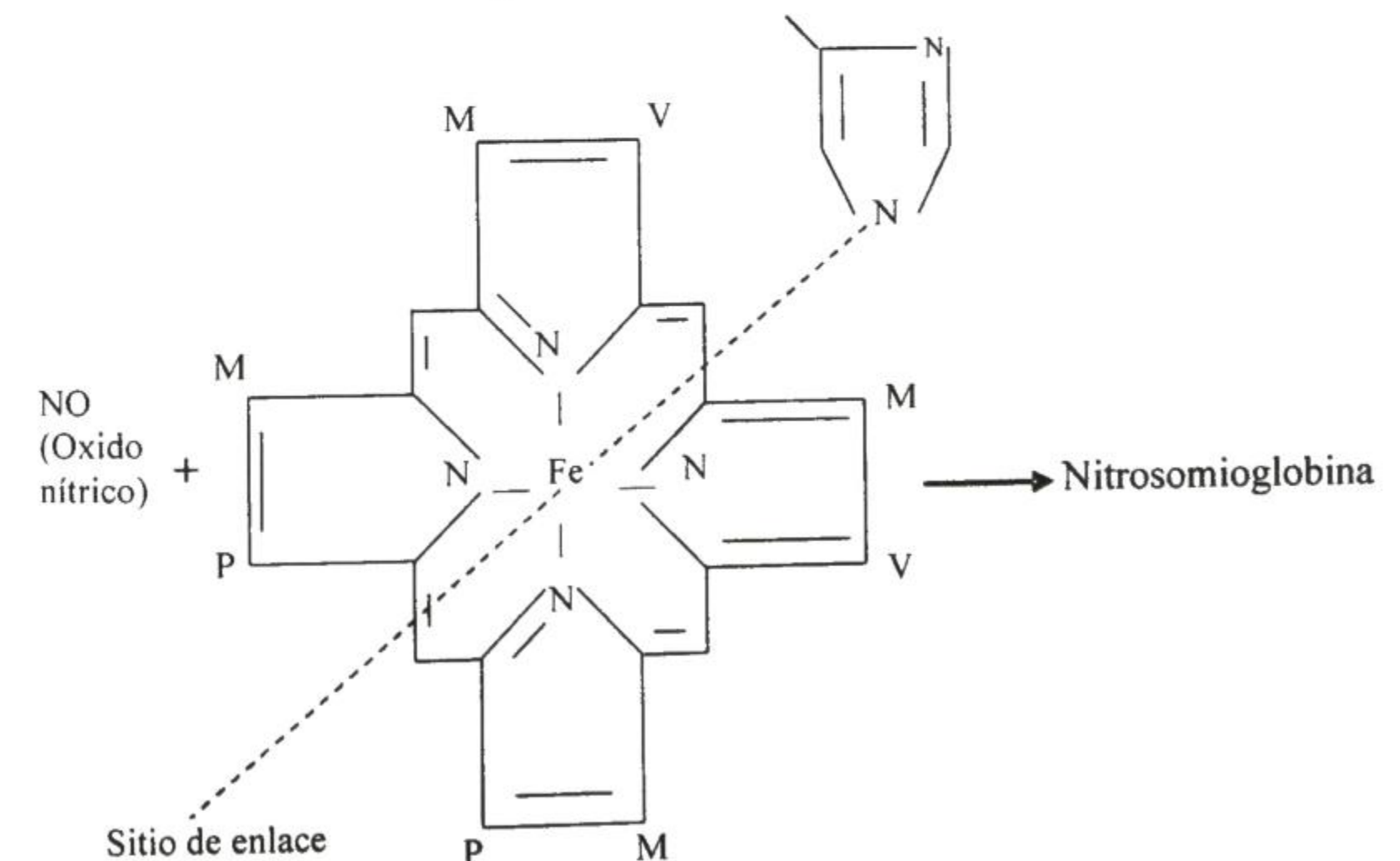
También el medio ácido generado por las bacterias ácido lácticas a partir de los azúcares o el ácido glucónico formado a partir de la glucono-delta lactona participan en este paso según la siguiente acción catalizadora (Reichert, 1988).



El ácido láctico cataliza la siguiente reacción:



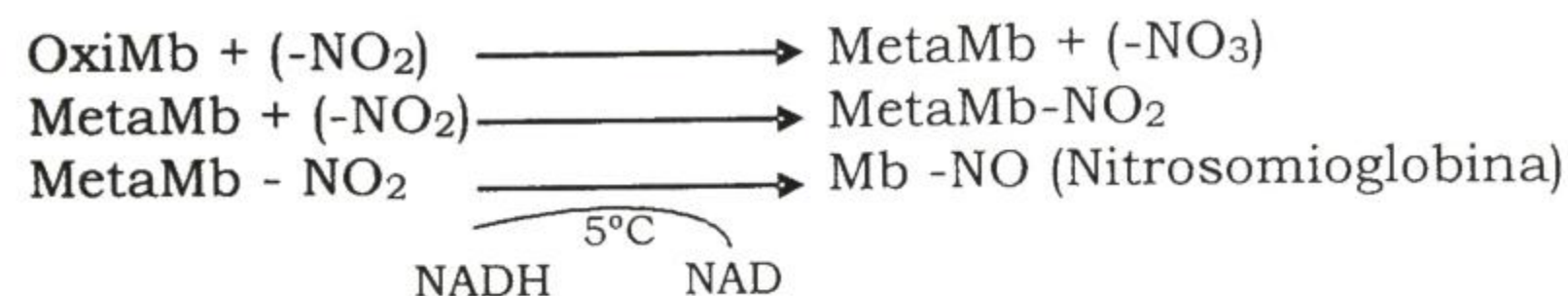
Reacción entre la mioglobina y el oxido nítrico



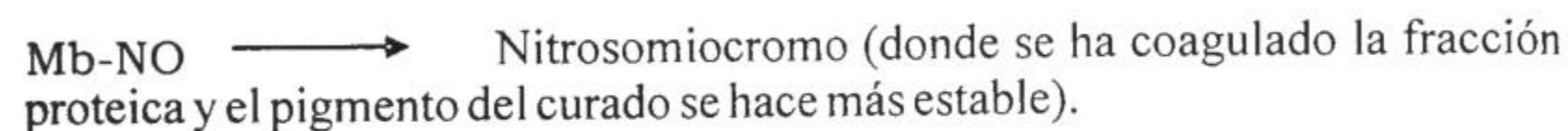
De esta manera el ácido láctico y el ácido glucónico favorecen la generación de NO a partir del HONO.



También existen las reacciones anteriormente descritas al respecto:



En almacenamiento prolongado de productos madurados ocurre lo siguiente:



## FACTORES BIOLÓGICOS (MICROBIOLÓGICOS)

En este caso se trata únicamente de bacterias homofermentativas, las cuales sólo producen ácido láctico al actuar sobre los hidratos de carbono (H.C.) durante el proceso de elaboración de embutidos madurados.

### Características generales de las bacterias

En términos generales comprenden microorganismos con una gran actividad bioquímica. Pese a su sencilla organización morfológica muestran unos destacados rendimientos bioquímicos. Esta capacidad se traduce en tres aspectos fundamentales:

- 1) Gran capacidad de adaptación a los cambios ambientales.
- 2) Posibilidad de reproducirse rápidamente.
- 3) Amplio espectro de reacciones bioquímicas posibles en el seno de su protoplasma (Schiffner et al., 1978)

### Factores De Crecimiento

- **pH.** Pueden crecer en un amplio rango de pH lo cual facilita su utilización (pH 4,0-8,8)
- **temperatura.** su temperatura está en el rango de 25-30°C
- **oxígeno.** En términos generales se indica que las bacterias lácticas corresponden al grupo de los microaerófilos y anaerobios facultativos.

### Requerimientos nutricionales:

Las bacterias acidolácticas tienen requerimientos muy complejos de factores de crecimiento (nutricionales). Requieren vitaminas del grupo B así como un conjunto considerable de aminoácidos.

### Algunas bacterias utilizadas en iniciadores (Starters)

En la actualidad se utiliza con frecuencia la combinación de bacterias ácido - lácticas homofermentativas (homoenzimáticas) para la elaboración de embutidos madurados. Entre estas bacterias se destacan las siguientes:

- *Lactobacillus plantarum*
- *Pediococcus cerevisiae*.

### Acción de las bacterias (Fig. 30)

Cuando los embutidos son colocados a temperaturas óptimas de crecimiento bacteriano éstas crecen rápidamente y actúan sobre los hidratos de carbono (azúcares) produciendo ácido láctico ( $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ ) lo cual se traduce en un descenso rápido del pH.

La caída del pH en el proceso, se puede considerar como la clave de los demás aspectos del proceso interno del embutido, actuando a diferentes niveles y afecta los siguientes aspectos:

#### 1.- Desarrollo de color de curado

El desarrollo del color del curado del embutido se ve favorecido, pues el pH bajo facilita el paso de nitritos al de ácido nitroso en una de las rutas de la reacción del desarrollo del color de curado.

Por otra parte el ácido presente cataliza la reacción que genera NO a partir de HONO.

#### 2.- Control de bacterias indeseables.

La caída del pH inhibe el crecimiento de bacterias indeseables. Por una parte inhibe el crecimiento de bacterias de la putrefacción de la carne y por otra parte inhibe el crecimiento de las bacterias patógenas. No sólo aquellas que causan infección al consumidor, sino también las que producen toxinas sobre la carne, que intoxican al consumidor, así como también las que causan toxoinfección es decir que pueden infectar al consumidor y a su vez producir toxinas que lo afectan.



De esta manera, las bacterias acidificantes protegen al producto del efecto, del deterioro y la salud del consumidor por efecto de la infección bacteriana o de sus toxinas.

Por otra parte las bacterias acidificantes mantienen su acción, aun a valores bajos de pH, continuando su acción sobre la fermentación del producto.

### 3.- Proteínas miofibrilares (fig. 30)

Al bajar el pH y llegar a valores cercanos al punto isoeléctrico (P.I.E.) de las proteínas se produce una disminución en la capacidad de retener agua (iguales cargas, poca repulsión y poca separación de las proteínas)

Este efecto trae dos manifestaciones importantes que son:

- 3.1. Cohesión entre proteínas y entre partículas que forman el embutido produciéndose un proceso de gelificación, lo cual se traduce en desarrollo de consistencia por parte del embutido.
- 3.2. Mantenimiento de la actividad de agua ( $a_w$ ) durante el proceso de maduración del embutido. Como la  $a_w$  depende del agua libre, ésta se verá disminuida progresivamente durante el proceso de deshidratación del embutido, pues la primera que se evapora es el agua libre (no unida a las proteínas), pero como el pH baja hasta niveles de P.I.E. de las proteínas determina que éstas liberen agua que estaba inmovilizada y la pongan a disposición como agua libre. Esto determina que el pH a través de su acción sobre las proteínas miofibrilares mantienen los niveles de  $a_w$  del embutido a pesar de la continua deshidratación del mismo.

De esta manera el pH mantiene durante la maduración del embutido el nivel de  $a_w$  requerido por las bacterias de la fermentación para continuar su acción pues éstas teniendo un valor adecuado de  $a_w$  puede seguir su acción a pH bajo, mientras que la flora indeseable (de putrefacción y patógena) son inhibidos por el bajo pH.

Por último hacia el final del proceso de maduración, cuando el pH está a nivel de P.I.E. de las proteínas y habiendo liberado toda la cantidad de agua inmovilizada factible de liberar por acción el pH, se inicia una caída definitiva de la  $a_w$  del sistema, producto de la evaporación del agua libre sin posibilidad de reposición de la misma. Pero para este momento, ya se han logrado todas las condiciones de estabilización del embutido.

### 4.- Estabilización del embutido (fig. 30)

Como se indicó anteriormente por acción del pH a nivel de P.I.E. de las proteínas determina que en un momento dado toda el agua inmovilizada ha pasado a la condición de agua libre pero simultáneamente la evaporación determina un paso constante de humedad hacia la cámara. Cuando el agua inmovilizada se agota la evaporación ocurre a expensas de la  $a_w$  final, la cual inicia un descenso hasta valores por debajo de las necesidades mínimas para el crecimiento y actividad enzimática de las bacterias fermentativas, paralizando por tanto su acción.

Pero para ese momento ya han ocurrido los siguientes efectos: paralización total de la acción de bacterias indeseables (patógenas y putrefacción) primero por acción directa del pH y después se asocia a su control la baja  $a_w$ . Se ha producido un proceso de gelificación en el embutido con la cohesión de sus partículas y desarrollo de la consistencia del producto. Igualmente se ha desarrollado y estabilizado el color típico del curado para el producto, se establece un producto biológicamente estable. Según lo reportado por Coretti (1971) en los almacenamientos prolongados se desnatura la fracción proteica de la nitroso mioglobina en virtud de la desecación y acción de los ácidos y el pigmento se transforma en nitrosomiocromo que proporciona el color de curado estable en el producto.

### Deshidratación del embutido durante la maduración

Según lo reportado por Schiffner et al. (1978) el pH de núcleo (centro) del embutido desciende más rápidamente que en la periferia y al alcanzar en la zona central un pH inferior al punto isoeléctrico aumenta nuevamente la capacidad de retención de agua, estableciéndose así dos posibles rutas para el agua libre que se genera en la periferia del embutido: uno hacia fuera si se logra establecer un gradiente de difusión y otro hacia adentro, hacia la zona central o núcleo del embutido, dado que el pH es más bajo y por tanto menor el contenido de agua libre. Si entre la periferia del embutido y la cámara climatizada no hay diferencia de humedad, el agua difunde sólo en dirección al núcleo. Esto significa que la periferia va perdiendo agua en tanto que eleva su contenido absoluto en el núcleo. Debido a ello, pueden desecarse las zonas periféricas a pesar de haber una humedad relativa alta en la cámara. Por tal motivo es importante una vez alcanzado el punto isoeléctrico constituir un gradiente de humedad entre el núcleo del embutido y la cámara. El gradiente debe ser de un 4% aproximadamente.



$$[(a_w \text{ núcleo})(100\%) - 4] = \%H.R. \text{ referido en la cámara}$$

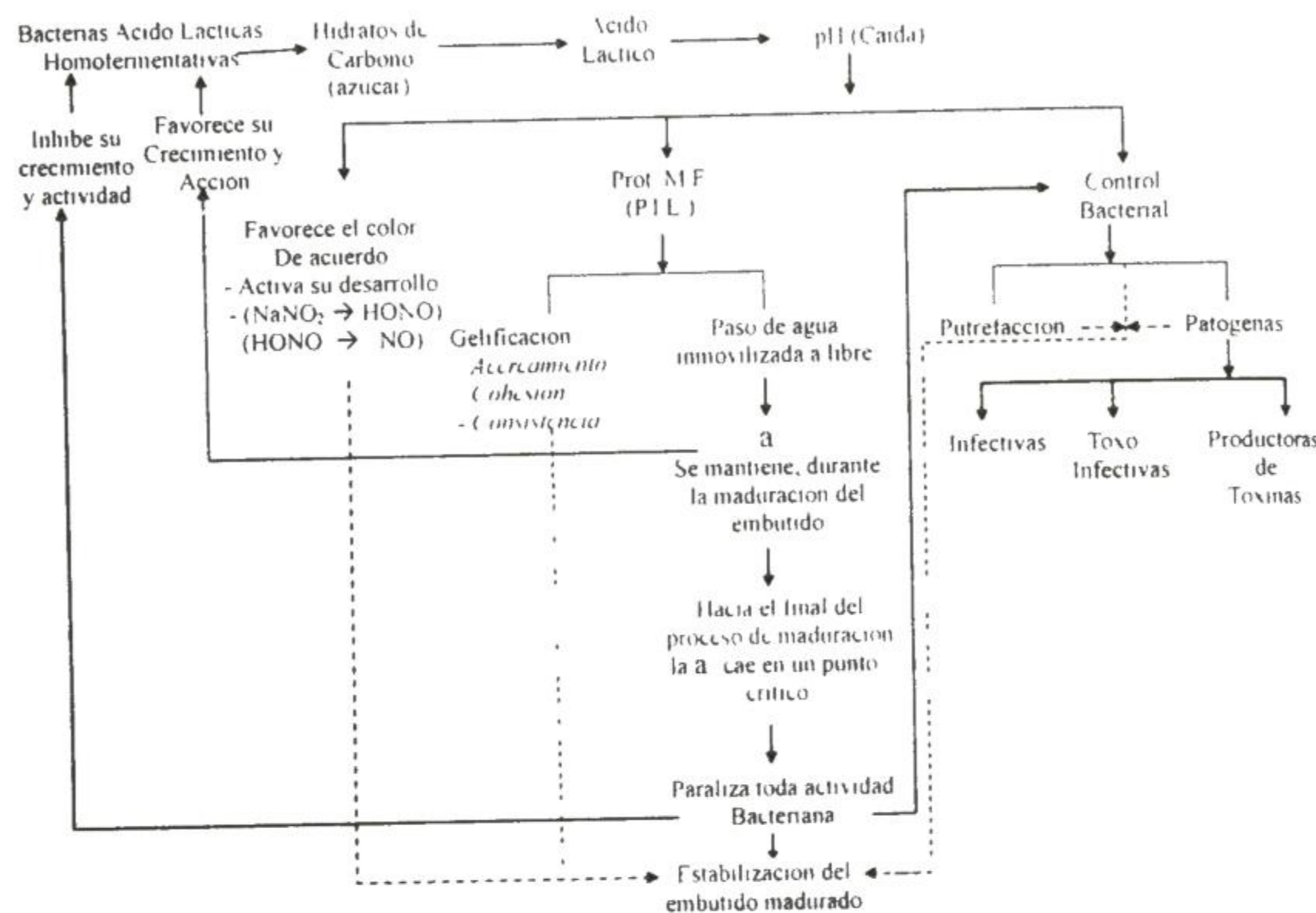


Figura 30. Acción de las bacterias homofermentativas en la maduración de los embutidos fermentados.

Fuente: Visier (1980) y Frey (1985)

Frey (1985) indica que es importante que exista siempre un desnivel de humedad (gradiente) entre el interior (centro) del embutido y el aire circulante, sin embargo cuando el gradiente es demasiado acusado se registra un secado muy intenso de la porción cortical formándose además una costra reseca, con todas sus consecuencias para el posterior madurado de los embutidos crudos.

La desecación de las zonas periféricas provoca un intenso espesamiento de las mismas. Se forma así una capa impermeable a la humedad debajo de la tripa, el agua contenida en el interior no puede ser ya expulsada, el valor de  $a_w$  es elevado dentro del embutido, y se favorecen también las condiciones para la multiplicación de gérmenes indeseables. Las condiciones de esto pueden ser: deficiente consistencia al corte (núcleo verdoso o gris), aparición de huecos, agrietado, otros.

Por consiguiente el referido autor, indica que el gradiente de humedad debe siempre permanecer a un nivel determinado. Como regla general puede admitirse que la diferencia entre la humedad del embutido y la del aire ambiental circundante sea aproximadamente del 2-4%, es decir que cuando el embutido exhiba un valor  $a_w$  de 0,94 la humedad relativa de la cámara de climatización será de 90-92%.

Este valor de %H.R. coincide con lo establecido en la fórmula indicada anteriormente para el cálculo del gradiente de humedad.

### Explicación gráfica

En la figura 31 se puede observar que el efecto de comportamiento de las proteínas miofibrilares tanto en la periferia como en el centro del embutido y los cálculos adicionales indica el establecimiento del gradiente de humedad entre el centro del embutido y la cámara de maduración para que se produzca el

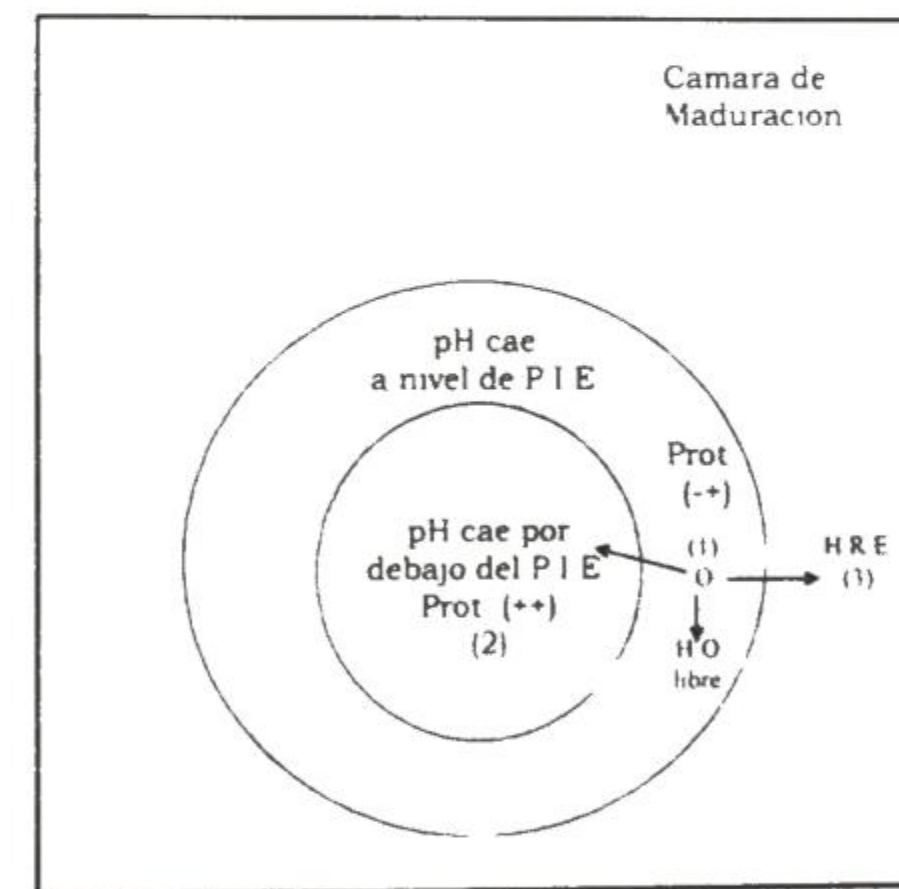


Figura 31. Factores que intervienen en el establecimiento del gradiente de humedad entre el embutido y la cámara de maduración

Los números indicados en la figura 31 señalan los diferentes componentes que se deben tomar en cuenta para el establecimiento del gradiente de humedad del embutido hacia la cámara de maduración.

1.- Las proteínas miofibrilares de la periferia del embutido al encontrarse



en un pH igual a su P.I.E. liberan humedad que se mantenía como agua inmovilizada debido a la separación que éstas mantenían, producto de la repulsión causada por el balance de cargas negativas cuando su pH se encontraba por encima de su P.I.E. (número 3)

Esa agua liberada (libre) puede movilizarse en dos direcciones que pueden ser: el centro del embutido o la cámara de maduración.

2.- El pH en el centro del embutido cae más rápido que en la periferia del mismo, esto trae como consecuencia que mientras, en la periferia del embutido las proteínas están en su P.I.E. o sea iguales cargas (- + ) por lo cual la C.R.A. esta en su nivel más bajo, en el centro del embutido las proteínas tienen un balance de cargas positivas por lo cual hay repulsión y separación entre ellas lo que incrementa su capacidad de retener o absorber agua (C.R.A.) por tal motivo, el centro del embutido está en capacidad de absorber el agua liberada en la periferia con la misma fuerza que la cámara con humedad relativa de equilibrio (H.R.E.) con relación al centro del embutido.

La actividad de agua en el centro del embutido se puede expresar mediante la siguiente fórmula:

$$(1) \quad (a_w \text{ en el centro}) = \frac{\%H.R.E.}{100\%}$$

Ejemplo H.R.E. = 94%

Sustituyendo se tiene

$$(a_w \text{ en el centro}) = 94\% / 100\% = 0,94$$

Si se despeja la H.R.E. de la fórmula (1) se tiene la fórmula (2)

$$(2) \quad H.R.E. = (a_w \text{ en el centro}) \times 100\%$$

Sustituyendo

$$94\% = (0,94) \times 100\%$$

$$94\% = 94\%$$

En este caso el agua es liberada en la periferia del embutido se dirige igualmente y con la misma fuerza hacia el centro del embutido que hacia la cámara de maduración. Por tal motivo se debe romper ese equilibrio para que el agua liberada en la periferia del embutido sea conducida toda hacia la cámara y se produzca una desecación continua y uniforme incluyendo el centro del embutido y evitando los problemas que se producen con la acumulación de agua en el centro del mismo.

Establecimiento del gradiente de humedad hacia la cámara

Como se indicó anteriormente la diferencia aceptable entre la humedad del centro del embutido y la ambiental circundante debería estar aproximadamente en 2-4%.

Utilizando 4% y partiendo de la fórmula (2) se tiene:

Cámara		Embutido
H.R.E.	=	$(a_w \text{ centro emb.}) \times 100\%$
94%	=	$(0,94) \times 100\%$
94%	=	94%

Se establece una diferencia de 4% para romper el equilibrio entre la humedad de la cámara y la del centro del embutido entonces la H.R. de la cámara se debe ser:

$$\begin{aligned} H.R. \text{ cámara} &\longrightarrow = [(a_w \text{ centro emb.}) \times (100\%) - 4] \\ &= [(0,94) \times (100\%) - 4] \\ &= [94\% - 4\%] \\ &= [90\%] \end{aligned}$$

Entonces

Centro embutido 94% y 90% (cámara de maduración)

De tal manera que el %H.R. de la cámara debe ser de 90% lo que establece una diferencia (gradiente) de 4% con relación al centro de embutido y esto determinará que el agua liberada en la periferia del embutido se dirija a la cámara de maduración y no al centro del embutido, Permitiendo así la desecación gradual del embutido en su totalidad.

### Aplicación de parámetros a la operación de maduración de embutidos.

Desde el punto de vista del interés tecnológico del presente libro la atención será centrada en la aplicación de parámetros a un proceso de maduración rápida con aplicación de "starters" (iniciadores) que facilitan el control de la misma.

### Parámetros de interés

Relacionados con la cámara de maduración

- Temperatura (T. °C)
- Humedad relativa (H.R. %)



- Circulación de aire (C.A. m/s)
- Intensidad luminosa en unidades Lux (Lx)
- Tiempo (horas o días)
- Relacionados con el embutido
  - pH 24 horas post-mortem de la carne (pH24)
  - Actividad de agua inicial del embutido a madurar

Los parámetros indicados pueden ser sistematizados desde diferentes puntos de vista y los sistemas pueden combinarse de diferentes maneras para obtener como resultado una potenciación de acciones. Pero también inhibir o atenuar acciones e inclusive anularlas completamente. Todo ello dependiendo de los efectos o resultados esperados en el producto (embutido) en proceso.

De lo anterior se puede deducir que no existe una combinación definitiva de los parámetros indicados para la fabricación de embutidos madurados.

Lo que si se puede concluir es que existe una combinación óptima de los diferentes parámetros que afectan la maduración para cada embutido en particular, a la cual se puede llegar por un estimado calculado pero definitivamente será necesario experimentar la técnica o método estimado para poder estandarizar en la práctica la aplicación de un proceso en particular.

Los parámetros de temperatura, humedad relativa y circulación de aire permiten en forma controlada guiar desde afuera el proceso de maduración del embutido.

Por otra parte la temperatura interna del embutido, su pH y  $a_w$  ofrecen la orientación en la conducción del proceso para poder ajustar los parámetros de la cámara de maduración en función de guiar adecuadamente el proceso de maduración, durante la estandarización del mismo.

### **Maduración controlada de embutidos utilizando "Starters" (cultivos bacteriales iniciadores)**

A modo de orientación se pasa a explicar la maduración controlada de embutidos según lo reportado en la tabla 3, la cual permite destacar las pautas fundamentales y los factores más importantes que se deben seguir o tomar en cuenta en la operación de madurado que sin duda constituye la más delicada y compleja en el proceso de elaboración de este tipo de producto.

Según lo reportado por Coretti (1971) y Schiffner et al. (1978) la masa o pasta no debe pasar los 4°C antes de embutirla o de efectuar el llenado de la tripa. Esto con la finalidad de evitar defectos, que la maduración se desarrolle con normalidad y obtener un buen corte del producto final. Si la masa sobrepasa

los 4°C debe refrigerarse antes de efectuar el llenado.

De lo anterior se desprende que la temperatura del embutido al entrar en la cámara de climatización estará entre 4-5°C, mientras que la temperatura de la cámara estará entre 20-25°C por tal motivo la humedad relativa de la cámara deberá mantenerse a 60% o por debajo de este valor para minimizar la acumulación de agua (condensación) en la superficie del embutido por efecto del punto de rocío. Manteniendo a su vez en la cámara condiciones de oscuridad ( $Lx=0$ ) y circulación de aire solo producida por el efecto de convección en la cámara.

A este nivel el embutido conserva un valor de pH aproximado a 5,9 el cual ha sido transmitido por el valor de pH de la carne de 24 o más horas post-sacrificio (pH24). Su actividad de agua ( $a_w$ ) está en el rango de 0,99-0,98.

Comienza así una nivelación de la temperatura del embutido con la temperatura de la cámara la cual será llevada hasta 25°C.

La temperatura del embutido en un plazo de 6 a 8 horas habrá alcanzado aproximadamente la temperatura de la cámara 25°C lo cual activa las bacterias acidificantes.

Como para ese momento desaparece el problema del punto de rocío y por tanto de condensación de agua en la superficie del embutido y por otro lado conviene conservar la actividad de agua del embutido alta ( $a_w$ -0,97-0,95), para favorecer la actividad de las bacterias de la fermentación (ácido-lácticas), se sube el %H.R. de la cámara a 95% y la temperatura se mantiene entre 20-25°C, lo cual mantiene la acción bacteriana sobre los azúcares produciendo suficiente cantidad de ácido láctico para un adecuado descenso del pH del embutido, la condición de oscuridad ( $Lx=0$ ) se mantiene y se puede mantener una circulación de aire (CA) en el rango de 0,5-0,8 m/s, esto se mantiene hasta que el pH del embutido cae en los alrededores del punto isoelectrico (P.I.E.) de las proteínas miofibrilares (pH 5,3-5,1) lo cual ocurre a los 2-4 días.

Una vez que el pH del embutido llega al punto isoelectrico de las proteínas miofibrilares se procede a los siguientes ajustes en la cámara de maduración: la temperatura se ubica entre 18-20°C, la H.R. se baja a 85-90%, la intensidad luminosa continua en cero ( $Lx=0$ ) y la circulación de aire se ajusta a 0,2-0,5 m/s. Esto determina una pérdida progresiva de humedad por parte del embutido hacia la cámara, la  $a_w$  decae a valores entre 0,95-0,90, el pH del embutido se ubica en valores de 5,2-4,8, completando todo el proceso de maduración en un tiempo aproximado de 5-10 días. A este nivel alcanza su estabilización física, química y biológica (microbiológica).

Normalmente los embutidos madurados por esta técnica son para



consumo inmediato, pero pueden someterse a las siguientes condiciones de almacenamiento hasta su comercialización y consumo.

Se pueden almacenar bajo las siguientes condiciones de cámara de maduración  $T^{\circ} = 10 - 15^{\circ}\text{C}$ , H.r. = 65-80%, VA = 0,05-0,1 m/s y  $Lx = 0$ . En estas condiciones de almacenamiento el embutido nivela su temperatura a valores entre  $10-15^{\circ}\text{C}$ , su  $a_w$  puede bajar de 0,90 a 0,85 y su pH puede subir ligeramente. Todo esto dependiendo del tiempo de almacenamiento, aunque como se indicó la tendencia es a comercializarlos inmediatamente. Sin embargo podría determinarse prolongar su almacenamiento en condiciones controladas a fin de mejorar algunas o varias de las características propias de los embutidos madurados lo cual se puede lograr bajo el control de los diferentes factores indicados que podrían afectar favorablemente al embutido madurado. Como medida de seguridad frente a la prevención de la Triquinosis se recomienda prolongar las condiciones de almacenamiento por un periodo de 26 días adicionales.

**Tabla 3. Maduración controlada de embutidos con utilización de cultivos bacterianos**

	Temperatura de la cámara	T° producto embutido	H.R. de la cámara	pH <sub>24</sub>	$a_w$	L x	Circ. Aire	Tiempo. Aproximado
Climatización	20-25°C	4-5°C Hasta alcanzar la temperatura de la cámara (20 - 25°C)	60%	5,9	0,99 - 0,98	0	-	6-8 horas
I etapa Maduración	20-25°C	↓	95%	5,6-5,2 Hasta alcanzar 5,3 - 5,1 (5,2)	0,97 - 0,95	0	0,5-0,8 m/s	2-4 días
II Etapa Maduración	18-20°C	18-20°C	85-90%	5,2-4,8	0,95 - 0,90	0	0,2 - 0,5 m/s	5-10 días
Almacenamiento	10-15°C	10-15°C	65-80%	Puede subir ligeramente	0,90 - 0,85	0	0,5-0,1 m/s	Normalmente a consumo inmediato *

\* Lo recomendable es que dure 26 días adicionales en esta etapa de almacenamiento.

Indicadores de control: temperatura del embutido y pH del embutido

Mecanismo de control: Humedad relativa (HR) de la cámara y temperatura de la cámara

Fuente: según información reportada por Wirth et al. (1981), Schiffner et al. (1978), Coretti (1971) y Frey (1985).

### Utilización de hongos en embutido madurados

Según lo reportado por Schiffner et al. (1978), la tecnología aplicada para utilizar hongos en embutido madurados se puede resumir de la manera siguiente:

#### • Cultivos de hongos apropiados

- *Penicillium candidum*
- *Penicillium roqueforti*
- *Penicillium nalgiovensis*

#### • Desarrollo de los hongos sembrados

- 1era etapa. Germinación de las esporas hasta el inicio del crecimiento.
- 2da. etapa. Maduración y formación del micelio.

La primera etapa requiere una regulación meticulosa del ambiente, dedicando una atención especial a que su humedad sea alta.

La segunda etapa puede desarrollarse en iguales condiciones climáticas que para la maduración de embutidos. En esta etapa el micelio es poco sensible y no necesita de cuidado posterior.

#### • Empleo de hongos en embutidos madurados

Aun cuando en forma tradicional la colonización de embutidos por mohos se produce desde el mismo momento en que se inician los procesos de maduración del embutido, en los sistemas artificiales de siembra, al producir las condiciones exigidas por la primera etapa de desarrollo del hongo, se pueden producir maduraciones defectuosas. Por tal motivo se ha considerado muy conveniente, para combinar el empleo de mohos con la maduración controlada por "starters" bacterianos, añadir primero los "starters" a la pasta, dejar madurar durante 24 horas y finalmente "enmohecer" los embutidos por el procedimiento de aspersión teniendo cuidado de no inhalar las esporas o por la de inmersión, impidiendo así la aparición de maduraciones defectuosas. De este modo los factores del ambiente pueden ajustarse a los más convenientes para la maduración del embutido y después a los más convenientes para la germinación y el crecimiento de los mohos, lo cual no afecta significativamente la maduración del embutido.

#### • Acción de los hongos

La acción de los hongos se puede diferenciar en dos aspectos:

- 1) Mediante su micelio regulan la salida del agua del embutido, compensando en cierta medida las desviaciones en el %H.R. del aire



de la cámara de maduración.

- 2) Los hongos producen enzimas y otros productos de su metabolismo, que atraviesan la tripa del embutido e influyen en su aroma y sabor.

### Las lipasas.

En las especies de *P. candidum*, *P. roqueforti* y *P. nalgiovensis*, tienen especial importancia las enzimas lipolíticas degradadores de las grasas, los cuales mediante su acción producen el sabor algo fuerte y ligeramente irritante. Los mohos sintetizan también enzimas proteolíticas y amilasas las cuales con su acción originan productos que contribuyen al aroma de los embutidos.

#### • Requisitos que deben cumplir los mohos:

- \* Sanitarios. No deben ser nocivos a la salud del consumidor.
- \* Tecnológicos.
  - El micelio y los conidios deben mostrar una tonalidad entre gris y gris-blancuecina.
  - Deben cubrir la tripa de manera uniforme.
  - Deben germinar y crecer con la mayor rapidez posible.
  - Deben desarrollar un sabor específico intenso, bien manifiesto.

### Aspectos de interés en la elaboración de embutidos madurados con "Starters"

Además de lo ya tratado es importante considerar algunos aspectos que resultan de interés para la elaboración de embutidos madurados a saber:

- 1) La carne puede haber sido previamente congelada a  $-18^{\circ}\text{C}$ . pero lo que resulta importante es que haya sido refrigerada al menos 18-20 horas a  $2^{\circ}\text{C}$ , operación que puede realizarse en trozos de tamaño pequeño.
- 2) No se requiere estrictas condiciones del pH de la carne, aun cuando se prefiere que entre 24 y 48 horas post-mortem tenga un valor aproximado de 5,9 ( $\text{pH}_{24} = 5,9$ ). Esto se debe a que la actividad bioquímica de las bacterias fermentativas, el pH de la carne a valores más elevados de los indicados.
- 3) La carne muy grasa (falda) y tocino deben estar cortados en dados (cuadritos o cubitos) pequeños a temperatura de refrigeración ( $4-5^{\circ}\text{C}$ ).
- 4) Los agentes reductores como ácido ascórbico o sus sales sódicas (ascorbatos o eritorbato) se agregan en el orden de 500 mg/Kg.
- 5) Los nitritos y nitratos se agregan en las siguientes proporciones.

Nitrito de sodio (o potasio)	78	100 mg/Kg
Nitrato de sodio (o potasio)	156	200 mg/Kg
Combinaciones resultantes	234	300 mg/Kg

- 6) Azúcar. Lo más recomendable es utilizar una combinación de azúcares de bajo peso molecular de manera de regular mejor la caída del pH. Pero en términos generales se recomienda un rango de 0,50-0,70 % de azúcar.
- 7) Sal. La sal se aplica principalmente como saborizante en un rango de 2,0-2,2%.
- 8) Cultivos o iniciadores ("starters"). Se debe aplicar en la proporción de  $10^7$  o de  $2 \times 10^7$  gérmenes/gramo de pasta, de tal manera que si se tiene un cultivo con 109 gérmenes/ml se debe aplicar en la proporción de 0,01 a 0,02 ml de ese cultivo/gramo de pasta, para lograr los niveles iniciales de gérmenes deseados en la pasta del embutido.  
El agregado del inóculo ("starters") debe realizarse después del picado o cortado y será durante la fase final del mezclado, se vierte lentamente sobre la pasta de la dosis indicada.  
Si el cultivo se agrega en la cortadora ("cutter"), esto se hace cuidando que se realice un buen mezclado o distribución del mismo, para proceder a embutirlo lo antes posible.
- 9) El picado o cortado. El picado o cortado de la carne y tocino para embutidos madurados puede hacerse en picadoras o cortadoras ("cutter") pero siempre cuidando que el nivel de cortado se ajuste al "grano" del embutido deseado (desde muy picados hasta groseramente picados).
- 10) Climatización. Inmediatamente después del llenado, el embutido con iniciadores ("Starters") se somete a la cámara de climatización para continuar con el proceso de maduración de acuerdo a lo descrito al respecto.
- 11) Orientación general sobre el tema tratado. En relación a lo tratado en el tema de embutidos madurados se puede indicar que su contenido conforma los aspectos teóricos más importantes que explican el proceso al respecto y su forma general de aplicarlos al mismo. pero quedan abiertas todas las alternativas de ajustar ese conocimiento, aplicándolo de acuerdo a cada producto en particular y de acuerdo a los efectos que se desean tener en cada caso.



## PRÁCTICAS DE LABORATORIO SOBRE TÉCNICAS APLICADAS AL PROCESAMIENTO DE CARNE

### PRÁCTICA 1

#### CAPACIDAD DE LA CARNE PARA EMULSIONAR GRASAS

**Objetivo:** Adiestrar a los participantes de la práctica en el método y técnicas para determinar la capacidad de la carne para emulsionar grasas estabilizándolas por medio de su fracción de proteínas miofibrilares.

#### 1) Recursos

##### 1.1.) Materiales y equipos

- Tubos de ensayo de 200 ml
- Beaker de 50, 100, 250, 500 ml.
- Cilindros graduados de 100 ml
- Balón aforado de 1000 ml
- Espátulas
- Varilla de vidrio
- Pissetas
- Bureta 100 ml
- Balanza de precisión
- Homogeneizador (Virtis)
- Licuadora
- Plancha térmica

##### 1.2.) Suministros

- Carne molida
- Grasa de cerdo o aceite vegetal según el caso
- Sal.
- Agua

#### 2) Procedimiento

##### 2.1.) Preparación de la grasa y la solución salina.

- La grasa de cerdo se coloca a 40-42°C para que se licue (fundida)
- Solución salina 1 molar  
Cloruro de sodio (NaCl)

Peso Atómico del Na = 22,997 g

Peso atómico del Cl = 35,457 g

Peso molecular del NaCl = 58,454 g

Entonces se pesan 58,454 g. de NaCl y se diluye en agua destilada hasta 1000 ml obteniendo así la solución 1 molar.

Esta solución se coloca en refrigeración.

#### 2.2.) Método

Se utiliza el método de swift et al. (1961) el cual se desarrolla en dos etapas:

##### Etapas 1

- Se pesan 50 g. de carne y se colocan en el homogenizador (Virtis)
- Se agregan 200 ml de solución salina 1 molar y se homogeniza ésta por 1 o 2 minutos a velocidad alta (aprox. 13000 r.p.m.) obteniéndose así una suspensión cárnica pero en la cual se encuentran solubilizadas las proteínas miofibrilares.

##### Etapas 2

Evaluación de la capacidad de emulsificación de la carne.

- Se agrega en el vaso de una licuadora: 12,5 gramos de la suspensión obtenida en la primera etapa 37,5 ml de la solución salina 1 molar fría (3°C) y luego se mezclan por pocos segundos a velocidad media.
- Se agregan 50 ml de grasa de cerdo fundida (40°C) por medio de un cilindro graduado y se pasa la licuadora a velocidad alta. Inmediatamente después se continúa agregando grasa fundida a partir de la bureta.
- Se hace una observación continua de la emulsión que se forma, la cual persistirá hasta un punto en que colapsa. La transición se manifiesta por un incremento gradual, seguido por una repentina caída de la viscosidad.  
La adición de grasa se suspende en el momento que se observa la abrupta transición en la viscosidad.
- El volumen de grasa agregado, 50 ml más el adicional proveniente de la bureta justamente excede la capacidad de emulsificación de la muestra de carne en las condiciones del método y se reporta como la capacidad de emulsificación (ml de grasa emulsificada por 2,5 gr. de carne). Según el método reportado por Marshall (1975), se utiliza aceite vegetal coloreado con un pigmento biológico (orgánico) y enfriado a 4°C.



Procediendo de igual manera que para el caso del método anterior se obtendrán los mililitros de aceite que provocan la ruptura de la emulsión, pero esta vez con aceite frío (4°C).

### Cálculos

Teniendo en cuenta que la suspensión de carne (homogeneizada) fue preparada con 50g de carne y 200 ml solución 1 molar NaCl, se puede calcular los gramos de carne presentes en 12,5 grs de suspensión usados para medir la capacidad de emulsificación.

$$200 \text{ ml de agua} + 50 \text{ g de carne} = 250 \text{ g. susp. cárnica}$$

$$250 \text{ g susp. cárnica} \quad \frac{\quad}{\quad} 50 \text{ g de carne}$$

$$12,5 \text{ g susp. cárnica} \quad \frac{\quad}{\quad} \times$$

$$x = \frac{12,5 \text{ g} \times 50 \text{ g}}{250 \text{ g}} = 2,5 \text{ g de carne}$$

Suponiendo que se gastaron 56 ml de grasa (o aceite) como límite máximo al cual la emulsión se mantuvo estable, entonces se tiene

$$2,5 \text{ g de carne} \quad \frac{\quad}{\quad} 56 \text{ ml de grasa (aceite)}$$

$$1 \text{ g de carne} \quad \frac{\quad}{\quad} \times$$

$$x = \frac{56 \text{ ml} \times 1 \text{ g}}{2,5 \text{ g}} = 22,4 \text{ ml de grasa (aceite)}$$

Entonces la capacidad de emulsificación de esa carne es de 22,4 ml de grasa por gramo de carne

### Técnica demostrativa para la Etapa 2.

En el laboratorio de tecnología del proceso de carne de la UNELLEZ el autor ha establecido una técnica demostrativa que incluye una modificación para la etapa 2.

A efecto para la etapa 1 se procede exactamente igual como ya fue descrito hasta obtener una suspensión cárnica.

Luego se procede de la siguiente manera:

- Se pesa 12,5 g de la suspensión cárnica y se colocan en una licuadora corriente con vaso de vidrio.
- Se agregan 37,5 ml de la solución 1 molar de NaCl.

- Se pone en marcha la licuadora agregando en un primer paso 10 ml de aceite vegetal manteniendo el efecto de licuado hasta lograr una emulsión evidente.
- La emulsión se vierte en un tubo de 200 ml y se deja para observación.
- Se repite la experiencia con la misma suspensión de carne previamente preparada en forma exactamente igual a la anterior pero agregando 20 ml de aceite vegetal y se vierte la emulsión en otro tubo de ensayo de 200 mm pero hasta el nivel en que quedó en el tubo anterior.
- Se repite la experiencia una vez más pero con 60 ml de aceite vegetal y la emulsión se vierte en un tercer tubo de ensayo hasta un nivel igual a los dos anteriores y el exceso de emulsión que queda en el vaso de la licuadora se puede desechar.
- Se hace la observación comparativa de los tres tubos de ensayo.

En términos generales los tubos de ensayos en los que se utilizaron 10 y 20 ml de aceite vegetal se observa emulsiones estables homogéneas, pero en el tubo correspondiente a la emulsión con 60 ml de aceite se observan unos macroglóbulos de aceite libre que revela las características de una emulsión rota inestable.

## PRÁCTICA 2

### CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA DURANTE EL COCINADO

**Objetivo:** adiestrar a los participantes de la práctica, en la técnica para determinar la capacidad de retener agua por la carne durante el cocinado, estableciendo los efectos de la sal y los fosfatos sobre este importante aspecto.

#### 1. Recursos

##### 1.1. Materiales y equipos

- Papel de aluminio
- Espátulas
- Balanza de precisión
- Servilletas
- Equipos para cocinado (Horno de temperatura regulable)
- Bandejas de acero inoxidable

##### 1.2. Suministros

- Carne molida
- Sal común (NaCl)



- Fosfatos (polifosfatos)

## 2.- Procedimiento

La tabla 4 resume los pasos que se dan para la aplicación de técnicas en la demostración práctica sobre la capacidad de retención de agua (C.R.A.) durante el cocinado de carne bajo tres tratamientos diferentes: carne solamente, carne con sal (NaCl) y carne con sal y fosfatos bajo iguales condiciones de cocinado.

**Tabla 4.** Determinación de la capacidad de retención de agua durante el cocinado

Muestra	Carne molida g.	Sal g.	Fosfatos g.	T°C/Tiempo (h)
A	100	-	-	80/1
B	100	2	-	80/1
C	100	2	0,5	80/1

### 2.1. Preparación de las muestras para el cocinado:

Disponiendo de carne molida de bovino (o cerdo) se pesan tres muestras de 100 g. c/u y cada muestra debe ser pesada en un papel de aluminio de tamaño aproximadamente igual al de las otras muestras.

A la muestra "A" no se le agrega nada, se simula mezclado, se extiende a un espesor de aproximadamente un centímetro de forma cuadrada o rectangular sobre el papel de aluminio y luego se envuelve doblando el papel de aluminio sobre la muestra. Luego se identifica la muestra.

La muestra "B" se le agregan 2 g. de sal, se mezcla bien con toda la muestra de carne, luego se procede a extenderla y envolverla en el papel de aluminio e identificarla en igual forma que para el caso anterior.

A la muestra "C" de carne, se le agregan 2 g. de sal más 0,5 g. de fosfatos (utilizar fosfato para chorizo), se mezclan bien con toda la muestra de carne, luego se procede a extenderla y envolverla en el papel de aluminio e identificarla al igual que para los dos casos anteriores.

### 2.2. Cocinado.

Una vez envueltas e identificadas las tres muestras, se procede a cocinarlas simultáneamente en el horno a 80°C/1 hora cuidando de que la parte doblada del papel de aluminio quede hacia la parte superior, para evitar el drenaje de agua durante el cocinado.

El espesor de las muestras de carne permite que el calor penetre hasta el centro de las mismas, logrando su cocinado total.

### 2.3. Ecurrido y secado.

Cumplida la etapa de cocinado, se procede a extraerlas del horno, a escurrir el contenido de agua que hayan drenado durante el cocinado al papel de aluminio y se coloca en papel absorbente (servilleta), cualquier componente que habiendo salido disuelto en el agua de drenaje se encuentre fuera de la masa de carne cocida y adherido al papel de aluminio se descarta, pues estos componentes son pérdidas durante el cocinado.

### 2.4. Pesaje y cálculos

Una vez cumplida la operación anterior, se procede a pesar las muestras determinando la pérdida de peso en cada muestra por diferencia de peso.

Las diferencias de pesada permiten establecer las diferencias porcentuales de las pérdidas entre las muestras que han recibido diferentes tratamientos, lo cual permitirá visualizar el efecto que sobre las pérdidas de peso tienen la sal sola y la sal más los fosfatos.

Como la pérdida de peso depende fundamentalmente de la pérdida de agua. Entonces las diferencias de peso permiten evaluar el efecto de la sal sola y la sal más los fosfatos sobre la capacidad de retención de agua durante el cocinado de la carne.

## PRÁCTICA 3

### OBSERVACIÓN DE LOS COLORES DE LA CARNE FRESCA Y EL DESARROLLO Y ESTABILIZACIÓN DEL COLOR DE CURADO.

**Objetivo:** adiestrar a los participantes de la práctica en el método y técnicas para evaluar los colores de la carne fresca y el desarrollo y estabilización del color de curado bajo diferentes tratamientos.

#### 1. Recursos.

##### 1.1. Materiales y equipos.

Tubos de ensayo de 200 ml

- Varillas de vidrio
- Espátulas
- Beakers de 50, 100 ml
- Plancha de calentamiento
- Termómetros
- Balanza de precisión



- Pisetas
- Refrigerador

## 1.2. Suministros

- Carne molida
- Sal curante (NaCl, NaNO<sub>2</sub>, NaNO<sub>3</sub>)
- Eritorbato

## 2. Procedimientos

La tabla 5 resume los pasos que se dan para la aplicación de técnicas en la demostración práctica sobre el desarrollo y estabilización del color de curado en cada uno de los cuatro tratamientos que se aplican al respecto.

Pero antes de aplicar los tratamientos indicados se pasa a observar dos formas en que el pigmento de la carne se presenta en la carne fresca al efecto la carne molida se le da previamente la forma de una bola y se deja por una o varias horas en reposo para permitir que los procesos bioquímicos propios de la carne (óxido-reducción) provoquen el consumo del oxígeno en la parte interna de la carne (bola de carne), mientras que su parte externa está en contacto con el oxígeno del aire.

**Tabla 5.** Desarrollo de color de curado

Muestra	Carne (g)	Nitritos (mg/Kg)	°C/min.	0°C/h	Obs..	Nitritos (mg/Kg)	Eritorbato (mg/Kg)	°C/(min)	Obs.
A	20	200	-	4°C/48	X	-	-	-	-
B	20	200	80/20	-	X	-	-	-	-
C	20	-	80/20	-	X	-	-	-	-
D	20	-	80/20	-	X	200	500	80/20	X

Se asume que la carne que se utiliza en la demostración es fresca y por tanto posee activa su capacidad reductora (autoreductora)

Bajo esas condiciones se procede a realizar una observación del color de la parte externa que para las condiciones descritas deberá ser rojo brillante (oximioglobina) debido al estado reducido del grupo "hemo" (Fe++) y a la presencia de oxígeno (O<sub>2</sub>) del aire.

Se procede luego a dividir en dos partes la bola de carne y a observar el color de su parte interna que para el mismo caso deberá ser púrpura (mioglobina) debido al estado reducido del grupo hemo (Fe++) y a la ausencia

de oxígeno y presencia de agua (H<sub>2</sub>O) en la parte interna.

Se podrán contrastar ambos colores pero si el color púrpura de la parte interna se deja expuesto al O<sub>2</sub> del aire se podrá observar un paulatino cambio del color púrpura (mioglobina) al color rojo brillante (oximioglobina) debido al desplazamiento o cambio de la molécula de H<sub>2</sub>O por la de O<sub>2</sub> del aire en el grupo HEMO en estado reducido (Fe++).

## 2.1. Preparación de las muestras para curado

Previamente se prepara una solución curante que puede ser a partir de una sal curante comercial o de nitrito, si se utiliza sal curante, se puede preparar la solución al 2%, pero si se utiliza nitrito puro se puede preparar la solución al 0,1%.

También se prepara una solución de eritorbato (al 0,228%).

Luego utilizando la carne molida disponible se pesan cuatro muestras de 20 g cada una. Cada muestra se pesa en un tubo de ensayo.

A la muestra A se le agregan 200 mg/Kg de nitrito (4 ml de la solución curante previamente preparada), se mezcla bien, se observa, se lleva al refrigerador (4°C) y se observa a las 48 horas o más el resultado, luego puede calentarse a 80°C/20 minutos y se hace otra observación del resultado.

A la muestra B se le agregan 200 mg/Kg de nitrito (4 ml de la solución curante previamente preparada), se mezcla bien, se observa, se coloca en baño de agua a 80°C/20 minutos y se observa el resultado en el color.

Las muestras C y D no reciben ningún aditivo inicial, se colocan en baño 80°C/20 minutos y se observan ambos, luego la muestra D se desmenuza con un mezclador de vidrio o espátula, se le agregan 200 mg/Kg de nitrito (4 ml de la solución curante previamente preparada) y 570 mg/Kg de eritorbato (5 ml de la solución de eritorbato previamente preparada), se mezcla y se coloca en baño de agua caliente 80°C/20 minutos y se observa el resultado.

Luego se procede a realizar una discusión de los diferentes cambios y resultados en el color de la carne de acuerdo a los tratamientos aplicados y basando la discusión en el conocimiento teórico al respecto que ya fue indicado en el capítulo II. (ver los resultados en la fig. 16, pag. 88)



## PRÁCTICA 4

## ELABORACIÓN DE EMBUTIDOS

**Objetivo:** adiestrar a los participantes de la práctica en el manejo de los equipos y técnicas que utilizan en el proceso de elaboración de embutidos: salchichas, mortadela cocida al horno (tipo especial) y mortadela cocida inmersa en agua. (tipo extra).

## 1. Recursos

## 1.1. Materiales y equipos

- Beaker de 50, 100, 250, 500 ml
- Bandejas de acero inoxidable
- Espátulas
- Pabilo
- Cuchillos
- Termómetro
- Cucharas grandes de madera
- Bolsas CRY-O-VAC
- Balanza de precisión
- Molino de carne
- Cortadora de carne ("Cutter")
- Embutidora
- Horno-Ahumador
- Tanque de escaldado
- Molde de acero inoxidable
- Refrigeradora
- Selladora al vacío (opcional)
- Fabricador de hielo (opcional)

## 1.2. Suministros

Corresponden a los listados en la fórmula general.

## 2. Fórmula General para Embutidos

Ingredientes	Porcentaje %	Cantidad (g)
Carne de res	36,00	2.520,00
Carne de cerdo	22,50	1.575,00
Tocino	20,40	1.425,00
Sal	1,90	133,00
Azúcar	0,15	10,50
Especias (mezcla comercial)	0,60	42,00
Harina de trigo	1,50	105,00
Ajo molido	0,15	10,50
Pimienta blanca molida	0,05	3,50
Sal curante (sal+nitrito+nitratos)	0,30	21,00
Fosfatos	0,40	28,00
Eritorbato	0,05	3,50
Hielo	16,00	1.120,00
	100,00	7.000,00

Existen diferentes mezclas comerciales de condimentos vegetales las cuales pueden variar su aplicación de un rango razonable de acuerdo al producto deseado.

Igual para el caso anterior existen mezclas comerciales de sal, nitritos y nitratos guardando la proporción de 90%, 4% y 6% respectivamente.

## 2.1 Salchichas (figura 32)

## Operaciones del proceso

- Moler por separado la carne de bovino y de cerdo (matrices 3/8" y 1/8" respectivamente) igualmente el tocino.

La carne y el tocino deberán mantenerse a una temperatura de refrigeración, a temperatura cerca de 0°C.

- Incorporar a la cortadora ("Cutter") la carne de res (bovino), carne de cerdo, hielo, mezcla curante, fosfatos, eritorbato, especias y luego de poner en marcha la cortadora agregamos el tocino y finalmente la harina de trigo. Se continua emulsionando hasta obtener una pasta homogénea y viscosa y tratando de que la temperatura no supere los 16°C

- Trasladar la emulsión (pasta) a la embutidora para ser embutida en la tripa de celulosa para salchicha tipo perro caliente, practicando luego un amarrado manual a un intervalo aproximado de 15 cm c/u.

- Pesaje del producto en proceso, antes de pasarlo al cocinado con el fin de evaluar su rendimiento.



- Colocar en el carro de ahumado de tal manera que las salchichas no hagan contacto con ninguna estructura del horno ahumador o con otras salchichas durante el cocinado.

- Plan de cocinado para salchichas

Etapas	T°C	Tiempo
Secado chimenea abierta	65°C	15 min
Precocido chimenea cerrada	75°C	15 min
Cocido chimenea cerrada	85°C	20 min

- Aplicar una ducha de agua potable a una temperatura ambiente y luego pesar el producto.

- Someter el producto a refrigeración (4°C) por 3 horas. En la presente práctica las salchichas serán luego incluidas en una bolsa de P.V.C. (Cloruro de polivinilo) y refrigeración por 12 horas.

- Se practicará un pelado y evaluando y/o empaquetado al vacío.



Figura 32. Salchichas

## 2.2 Mortadela

El proceso hasta ahora descrito correspondió a la elaboración de salchichas, para lo cual será destinada solo una porción (2 Kg. aproximadamente) de la partida ("Batch")

Lo restante de la partida será dedicado a la producción de mortadela.

A continuación se describe el proceso para la elaboración de mortadela.

- 1.- A la porción restante de la partida se le agregan cubitos de tocino en la relación de 2,5 gramos de tocino en cubitos por cada 100 gramos de la pasta restante.
- 2.- Se somete a un mezclado hasta lograr una distribución uniforme de los trocitos de tocino. Con esa pasta se producirán dos tipos de mortadela: una cocida al horno (tipo especial) y otra cocida en baño de agua caliente (tipo extra).

### 2.2.1 Mortadela cocida al horno (tipo especial) Figura 33

- 1.- Aproximadamente 2 a 2,5 Kg. de partida serán embutidos en una tripa de celulosa para mortadela practicando luego el amarrado manual de la mortadela. También puede sustituirse el amarrado por grapado.
- 2.- Pesar el embutido antes del cocinado y someterlo al siguiente plan de cocinado.

Etapas	T°C	Ø = 130 mm	Ø = 80 mm
		Tiempo	Tiempo
Secado chimenea abierta	65°C	1 h	30 min.
Precocido chimenea cerrada	75°C	2h	1 h.
Cocido chimenea cerrada	85°C	5 h	3 h.

El tiempo de cocinado depende del diámetro de la mortadela: gruesa (130 mm) y delgada (80 mm)

3.- Ducha: Aplicar una ducha de agua a temperatura ambiente y mantener en reposo por unos 10 minutos y pasarlo a refrigeración (4°C/12h.) se evalúa.





Figura 33. Mortadela tipo especial

### 2.2.2 Mortadela cocida en baño de agua (Tipo Extra) figura 34

- 1.- Los kilos restantes de la partida ("batch") en la embutidora se colocan en bolsas de polietileno o P.V.C. y se introducen en un molde para cocinado de acero inoxidable o aluminio.
- 2.- Cocinado. Se coloca el molde con el producto en proceso en inmersión en agua caliente 75-80°C/5-6h (previo pesado).
- 3.- Terminado el cocinado se aplica a los moldes un baño de agua potable a temperatura ambiente.
- 4.- Colocar el molde en refrigeración (4°C/12h); se realiza el desmoldeado, se pesa y se evalúa el producto o se empaqueta al vacío.

Nota: Las temperaturas y tiempos aplicados a los productos nos garantiza una temperatura mínima en el centro de cada uno de ellos igual a 70°C.

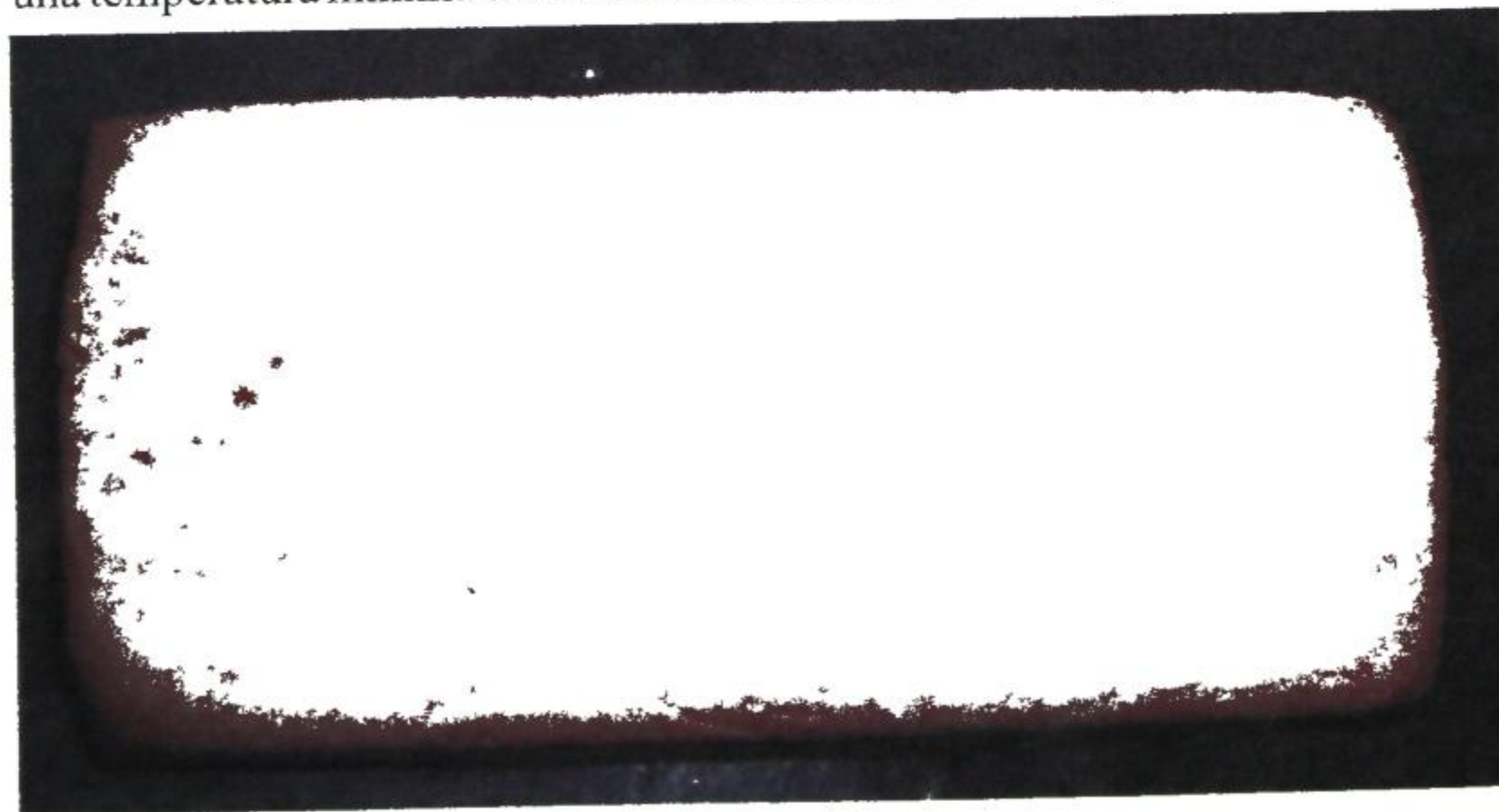


Figura 34. Mortadela tipo extra

Salchicha y rebanadas de mortadela (especial y extra)

## FORMULACIÓN DE LA SOLUCIÓN CURANTE PARA CHULETA AHUMADA, JAMÓN TIPO TENDER Y JAMÓN COCIDO

### COMPOSICIÓN DE LA SOLUCIÓN CURANTE

Este aspecto puede ser ilustrado mediante la solución de un problema que toma como base de cálculo la composición porcentual de los aditivos del curado en el producto en proceso, los cuales son incorporados en la solución curante y la proporción en que esa solución curante se incorpora al producto en proceso.

### PROBLEMA

Hacer un estimado por vía de cálculo de la concentración de aditivos de curado que debe contener una solución curante, tomando como base la concentración de los mismos requerida en el producto en proceso y el volumen de solución que será incorporada al mismo.

### APLICADO A LA CHULETA AHUMADA

Con relación a la chuleta ahumada se debe señalar, que se estima un peso de producto final aproximadamente igual al peso del producto fresco, pues aun cuando ésta incorpora aproximadamente un 20% de solución curante, también durante el cocinado al horno, pierde por evaporación y goteado



(principalmente agua) aproximadamente un 20% quedando de esta manera los aditivos del curado incorporados en la solución curante concentrados en un peso de producto con aproximadamente igual al de la chuleta fresca. Es decir que en la chuleta ahumada el agua de la solución curante sirve como vehículo de los aditivos del curado sin pasar a formar parte del producto final.

Por ese motivo se toma como base de cálculo la concentración de aditivos requeridos en el producto (chuleta).

Concentración de aditivos requeridos en la chuleta ahumada

Sal	1,740%
Nitritos	0,030%
Azúcar	0,284%
Fosfatos	0,480%
Eritorbato	0,057%

### CÁLCULOS PARA LA PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN CURANTE

Para los cálculos al respecto se parte de tres consideraciones

- 1.- Se estima que la chuleta incorpora durante el curado el 20% de solución en términos de volumen/peso = 20 ml sol./100 g chuleta (carne)
- 2.- La sal curante comercial contiene 90% de sal y 10% entre nitratos y nitritos.
- 3.- Como ya se indicó se estima que el agua incorporada en la solución se evapora y drena quedando el producto final con un peso aproximado al del estado fresco por tal motivo se concentran los aditivos.

En tal sentido se debe preparar una solución curante con una concentración (porcentual) que garantice la cantidad de aditivos que produzcan en el producto final la concentración esperada de los mismos.

### CÁLCULOS PARA DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE LA SOLUCIÓN CURANTE

De acuerdo con lo previsto los 20 ml de solución deben llevar la cantidad de cada aditivo requerido en el producto terminado, entonces:

Sal 20 ml . de sol. c. \_\_\_\_ 1,74 g. de sal  
100 ml . de sol. c. \_\_\_\_ X

$$X = \frac{1,74 \text{ g. sal} \times 100 \text{ ml.}}{20 \text{ ml.}} = 8,7 \text{ g. sal}$$

Nitratos-nitritos

20 ml. de sol. c. \_\_\_\_ 0,03 g. de nitratos -nitrito  
100 ml . de sol. c. \_\_\_\_ X

$$X = \frac{0,03 \text{ g. Nitratos-nitritos} \times 100 \text{ ml. c.}}{20 \text{ ml. s. c.}} = 0,15 \text{ g. de nitritos -nitratos}$$

10 g . de nitritos -nitratos \_\_\_\_ 100 g. de sal curante  
0,15 g. de nitritos -nitratos \_\_\_\_ X

$$X = \frac{0,15 \text{ g. Nitratos-nitritos} \times 100 \text{ g. sal c.}}{10 \text{ g. nitratos - nitritos}} = 1,5 \text{ g. de sal curante}$$

Pero esta sal contiene

1,5 g . de sal curante  $\left\{ \begin{array}{l} 1,35 \text{ g. de sal pura} \\ 0,15 \text{ g. nitratos - nitritos} \end{array} \right.$

Como se está agregando 1,35 g de sal pura en la sal curante que se va a utilizar, ésta deberá ser restada a la sal resultante en el primer cálculo para determinar la cantidad de sal pura a ser agregada, para que unida a la que se agrega en la sal curante, de por resultado la sal total requerida (8,7 g.)

Entonces  $8,7 \text{ g.} - 1,35 \text{ g.} = 7,35 \text{ g.}$  de la sal pura por cada 100 ml, como se está calculando en base a 100 ml de solución los 7,35 g. de sal representan el 7,35% de sal para la solución que se está calculando.

Azúcar

20 ml. de sol. c. \_\_\_\_ 0,284 g. azúcar  
100 ml . de sol. c. \_\_\_\_ X



$$X = \frac{0,284 \text{ g. azúcar} \times 100 \text{ ml. sol. c.}}{20 \text{ ml. sol. c.}} = 1,42 \text{ g.} = 1,42\% \text{ de azúcar}$$

**Fosfato**

20 ml. de sol. c. \_\_\_\_\_ 0,48 g. fosfatos.  
100 ml de sol. c. \_\_\_\_\_ X

$$X = \frac{0,48 \text{ g. fosfatos} \times 100 \text{ ml. s.c.}}{20 \text{ ml. s.c.}} = 2,4 \text{ g.} = 2,4\% \text{ de fosfatos}$$

**Eritorbatos**

20 ml. de sol. c. \_\_\_\_\_ 0,057 g. eritorbatos  
100 ml. de sol. c. \_\_\_\_\_ X

$$X = \frac{0,057 \text{ g. eritorbatos} \times 100 \text{ ml. sol. c.}}{20 \text{ ml. sol. c.}} = 0,285 \text{ g.} = 0,285\% \text{ de eritorbatos}$$

**Resumiendo**

La solución curante (salmuera) quedará con las siguientes concentraciones de aditivos:

Aditivos	Porcentaje %
(**) Sal común (NaCl)	7,350
* sal curante (Sal común, nitratos y nitritos)	1,500
Azúcar	1,420
Fosfatos	2,400
Eritorbatos	0,285

\* La sal curante se consigue en el mercado bajo diferentes nombres comerciales y tiene la siguiente composición:

Sal común (NaCl)	90%
Nitrato de sodio (Na NO <sub>3</sub> )	06%
Nitrito de sodio (Na NO <sub>2</sub> )	04%

De manera que al agregar la sal curante a la solución en la proporción de 1,5% se está agregando:

$$\text{Sal curante } 1,5\% \left\{ \begin{array}{ll} \text{sal común} & 1,35\% \\ \text{nitratos -nitritos} & 0,15\% \end{array} \right.$$

(\*\*) Como la sal curante agrega 1,35% de sal, ésta se suma al 7,35% que se agrega como sal pura lo cual totaliza un 8,7% de sal para la solución curante.

**JAMÓN TIPO TENDER**

Para el jamón tipo tender se utilizan los mismos criterios que para la chuleta ahumada en la preparación de la solución curante (salmuera) y se aplica en las mismas proporciones 20 ml de solución/100 g de carne.

**PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN CURANTE (SALMUERA) PARA EL JAMÓN COCIDO**

La solución para el jamón cocido se prepara en igual forma y con las mismas concentraciones de aditivos que para la chuleta ahumada con excepción de la sal, pues en el caso del jamón se calcula para obtener un producto elaborado con un estimado de 2% de sal.

Esto se debe a que las pruebas de catación (degustación) en el laboratorio así lo han requerido.

**OBSERVACIONES EN RELACIÓN CON EL JAMÓN COCIDO.**

Para el jamón cocido se utiliza la misma solución pero en la relación de 25 partes de solución por cada 100 partes de carne. De esta manera se obtienen las mismas concentraciones de aditivos que para el caso de la chuleta por las siguientes razones.

En el caso del jamón cocido a diferencia de la chuleta se coloca en una bolsa (hermética en algunas industrias) y se cocina en moldes inmersos en agua, no se pierde el agua incorporada durante el cocinado por lo cual ésta, además de servir de vehículo para incorporar los aditivos también pasa a formar parte del jamón elaborado como producto final.

En este caso se utilizan 25 partes (ml) de solución curante por cada 100 partes (gramos) de carne obteniendo 125 partes (gramos) de producto final (jamón cocido) por tal motivo no se produce el fenómeno de concentración de ingredientes que se produce para el caso de la chuleta. Esto determina que al final y de acuerdo a los cálculos, el jamón cocido tendrá con excepción de la sal (la cual se nivela a 2%) la misma concentración en el resto de los aditivos que la



chuleta ahumada.

Por tanto los cálculos para la sal en el jamón cocido se expresa como sigue:

25 ml. solución curante /100 g carne

25 ml. + 100 g carne = 125 g. (aprox.) jamón cocido (se asume producto terminado)

Al efecto, para obtener un producto final (jamón cocido) con 2% de sal se hacen los siguientes cálculos:

100 g. de jamón c. \_\_\_\_ 2 g. sal

125 g. de jamón c. \_\_\_\_ X

$$X = \frac{125 \text{ g. j. c.} \times 2 \text{ g.}}{100 \text{ g.}} = 2,5 \text{ g. de sal}$$

Entonces los 25 ml de solución deben contener 2,5 g de sal por tanto su concentración de sal deberá ser:

25 ml. de sol. c. \_\_\_\_ 2,5 g. sal

100 ml. de sol. c. \_\_\_\_ X

$$X = \frac{2,5 \text{ g. sal} \times 100 \text{ ml. sol. c.}}{25 \text{ ml. sol. c.}} = 10 \text{ g.} = 10\% \text{ sal}$$

Como la solución para chuleta ya contiene 8,7 % de sal (7,35 % + 1,35%) entonces faltarían 1,3 % para nivelar a 10% (10% - 8,7% = 1,3%) eso significa que es necesario agregar 1,3 g de sal por cada 100 ml de la solución curante preparada para la chuleta ahumada para nivelarla a 10% de sal de manera que cada 25 ml de la misma contengan los 2,5 g de sal requeridos.

### CÁLCULOS DIRECTOS PARA JAMÓN COCIDO

Cuando no se va a utilizar la solución curante preparada para chuleta ahumada en la elaboración de jamón cocido, se pueden hacer los cálculos directos para la determinación de la concentración de aditivos en la solución curante que se utiliza para el jamón cocido. En este caso también se toma en cuenta la concentración de aditivos en el producto terminado y una consideración diferente a las de la chuleta ahumada.

Concentración de aditivos requeridos en el jamón cocido

Sal	2,00%
Nitritos	0,03%
Azúcar	0,284%
Fosfatos	0,480%
Eritorbato	0,057%

### CONSIDERACIÓN A TOMAR EN CUENTA

En este caso a diferencia que para el caso de la chuleta, se toma en cuenta el peso estimado del producto final pues se acepta (como ya se explicó) que el agua que forma la solución curante pasa a formar parte del producto final, por eso hay una variante en los cálculos con relación al caso ya explicado para la chuleta ahumada.

#### CÁLCULOS:

De acuerdo con lo previsto los 25 ml de solución curante que se incorporan por cada 100 g. de pernil deben llevar la cantidad de cada aditivo previsto para el producto, entonces:

100 g. de pernil + 25 ml. De solución curante = 125 g. jamón (producto)

Sal

100 g. de producto t. \_\_\_\_ 2 g. de sal

125 g. de producto t. \_\_\_\_ X

$$X = \frac{125 \text{ g. p. t.} \times 2 \text{ g. sal}}{100 \text{ g. p. t.}} = 2,5 \text{ g. de sal}$$

Como los 25 ml. de solución deben llevar los 2,5 g. de sal se tiene

25 ml. de sol c. \_\_\_\_ 2,5 g. de sal

100 ml. de sol c. \_\_\_\_ X

$$X = \frac{100 \text{ ml. c.} \times 2,5 \text{ g.}}{25 \text{ ml. c.}} = 10 \text{ g.} = 10\% \text{ de sal}$$

Nitritos y Nitratos (En términos de nitritos)

100 g. de producto t. \_\_\_\_ 0,03 g. de nitritos

125 g. de producto t. \_\_\_\_ X



$$X = \frac{125 \text{ g. t.} \times 0,03 \text{ g. nitrito}}{100 \text{ g. t.}} = 0,0375 \text{ g. de nitrito}$$

Por tanto

25 ml. de sol. c. \_\_\_\_ 0,0375 g. de nitritos  
100 ml. de sol. c. \_\_\_\_ X

$$X = \frac{100 \text{ ml. sol. c.} \times 0,0375 \text{ g. nitrito}}{25 \text{ ml. sol. c.}} = 0,15 \text{ g} = 0,15\% \text{ nitritos}$$

Azúcar

100 g. de producto t. \_\_\_\_ 0,284 g. de azúcar  
125 g. de producto t. \_\_\_\_ X

$$X = \frac{125 \text{ g. t.} \times 0,284 \text{ g. azúcar}}{100 \text{ g. t.}} = 0,355 \text{ g. de azúcar}$$

Por tanto

25 ml. de sol. c. \_\_\_\_ 0,355 g. de azúcar  
100 ml. de sol. c. \_\_\_\_ X

$$X = \frac{100 \text{ ml. sol. c.} \times 0,355 \text{ g.}}{2,5 \text{ ml. sol. c.}} = 1,42 \text{ g.} = 1,42\% \text{ de azúcar}$$

Fosfatos

100 g. de producto t. \_\_\_\_ 0,48 g. de fosfato  
125 g. de producto t. \_\_\_\_ X

$$X = \frac{125 \text{ g. t.} \times 0,48 \text{ g. fosfato}}{100 \text{ g. t.}} = 0,6 \text{ g.} = 0,6\% \text{ de fosfatos}$$

Por tanto

25 ml. de sol. c. \_\_\_\_ 0,6 g. de fosfato  
100 ml. de sol. c. \_\_\_\_ X

$$X = \frac{100 \text{ ml. sol. c.} \times 0,6 \text{ g. fosfato}}{25 \text{ ml. sol. c.}} = 2,4 \text{ g} = 2,4\% \text{ de fosfatos}$$

Eritorbato s

100 g. de producto t. \_\_\_\_ 0,057 g. de eritorbato s  
125 g. de producto t. \_\_\_\_ X

$$X = \frac{125 \text{ g. p. t.} \times 0,057 \text{ g.}}{100 \text{ g. p. t.}} = 0,07125 \text{ g. de eritorbato s}$$

Por tanto

25 ml. de sol. c. \_\_\_\_ 0,07125 g. de eritorbato s  
100 ml. de sol. c. \_\_\_\_ X

$$X = \frac{100 \text{ ml. s.c.} \times 0,07125 \text{ g. eritobartos}}{25 \text{ ml. s.c.}} = 0,285 \text{ g.} = 0,285\% \text{ de eritobartos}$$

Como se está usando una sal curante (90% sal 10% nitratos y nitritos) entonces

100 g. de sal curante \_\_\_\_ 10 g. de nitritos  
X \_\_\_\_ 0,15 g. de nitritos

$$X = \frac{100 \text{ g. sal c.} \times 0,15 \text{ g. nitritos}}{10 \text{ g. nitritos}} = 1,5 \text{ g.} = 1,5\% \text{ sal curante}$$

Entonces:

1,5% sal curante - 0,15 % nitritos = 1,35 sal pura

### CONCENTRACIÓN DE LOS ADITIVOS EN LA SOLUCIÓN CURANTE

De los cálculos anteriores se llega a las siguientes concentraciones:

* Sal	8,65%
* Sal curante	1,5% (0,15% nitritos y nitratos + 1,35% de sal)
Azúcar	1,42%
Fosfatos	2,4%
Eritorbato s	0,285%

Al sumar la sal (8,65%) + la sal agregada en la sal curante (1,35%) se tiene el % total de sal en la solución.

$$* \text{Sal} = 8,65\% + 1,35\% = 10\%$$

La solución curante con las concentraciones indicadas se agregan en la relación de 25 ml. por cada 100 g de pernil o lo que es aproximadamente igual 25 partes de solución curante por cada 100 partes de pernil para jamón cocido.



## Observación

Esta forma de cálculo para el estimado de concentraciones de los aditivos en la solución curante para chuleta ahumada, jamón tipo tender y jamón cocido resulta en una forma aproximada de estimación al respecto y se debe indicar que es aproximada por lo siguiente:

- 1) Los cálculos se realizan para una solución que luego se aplica en una relación de volumen de solución a peso de la carne sin incluir en los cálculos la densidad de la solución.
- 2) La retención acumulada de agua en la carne durante el cocinado depende de varios factores (temperatura y tiempo de cocido, pH de la carne, otros) que escapan de estos cálculos.
- 3) Sin embargo la experiencia obtenida y acumulada en el laboratorio de tecnología del proceso de carne de la UNELLEZ, ha demostrado que las concentraciones de los aditivos en los productos terminados se encuentran dentro de los rangos estimados por esta vía de cálculo aproximado y las técnicas aplicadas han sido estandarizadas a través de las prácticas docentes del laboratorio.

## GRADOS SAL

Para su determinación por medio del salímetro (densímetro) y por vía de cálculo, ver apéndice, pag. 287.

## PRÁCTICA 5

### ELABORACIÓN DE CHULETA AHUMADA (FIGURA 35)

**Objetivo.** Adiestrar a los participantes de la práctica en el manejo de los equipos y técnicas que se utilizan en el proceso de elaboración de chuleta ahumada.

#### 1. Recursos

##### 1.1. Materiales y equipos

- Cilindros graduados de 100, 500 ml
- Beakers de 50, 100, 250, 500 ml.
- Balones aforados de 2000 ml
- Espátulas
- Recipientes plásticos capacidad 10 lts. (tobos Plásticos)
- Cuchillos
- Fiolas de 1.000 ml

- Papel de aluminio
- Refrigerador
- Balanza 3 Kg.
- Balanza de precisión
- Ganchos para guindado
- Inyectadota-acero inoxidable (25 ml)
- Horno - Ahumador
- Bolsas cry-o-vac (opcional)
- Selladora al vacío (opcional)

#### 1.2. Suministros

- Chuleta de cerdo refrigerada
- Los aditivos indicados en la solución curante
- Fórmula para solución curante.

Formula para solución curante (salmuera)

Aditivos:	porcentajes (%)
(**) Sal (NaCl)	7,350
* sal curante (sal, nitritos y nitratos)	1,500
Azúcar	1,420
Fosfatos	2,400
Eritorbato	0,285

\* La sal curante se consigue en el mercado bajo diferentes nombres comerciales y tiene la siguiente composición:

Sal (NaCl)	90%
Nitrato de sodio (NaNO <sub>3</sub> )	06 %
Nitrito de sodio (NaNO <sub>2</sub> )	04%

De manera que al agregar la sal curante a la solución en proporción de 1,5% se está agregando:

Sal curante 1,5%	sal	→ 1,35%
	Nitratos y nitritos	0,15%

(\*\*) Como la sal curante agrega 1,35% de sal, ésta se suma al 7,35% que se



agrega como sal pura lo cual totaliza un 8,7% de sal para la solución curante.

### 3. Operaciones de proceso

#### 3.1. Preparación de la chuleta

La chuleta entera o en trozos de 1 ó 2 Kg se limpia de exceso de grasa.

#### 3.2. Curado por inyección e inmersión

Se estima que durante la operación de curado la chuleta absorberá aproximadamente 20 ml de solución curante por cada 100 g. de chuleta. Al efecto se procede de la manera siguiente:

Se inyectará en la relación de 15 ml de solución curante por cada 100 g de chuleta de cerdo. La solución y la chuleta deberán estar previamente refrigeradas.

La inyección deberá aplicarse lo mejor y más uniformemente posible en la chuleta de cerdo.

Luego de la inyección de la chuleta se coloca en inmersión en la misma solución curante en refrigeración por un período de 36-48 horas, durante el cual se estima que la chuleta absorberá los 5 ml. por cada 100 g. de chuleta para completar la relación de aproximadamente 20 ml./100 g.

3.3. Se extrae la chuleta de cerdo de la solución curante y se pasa rápidamente por una ducha de agua potable para luego pesarla.

3.4. Luego se somete al siguiente plan de cocinado

Operación	Temperatura	Tiempo
Secado (Chimenea abierta)	65°C	45 minutos
(*) Ahumado (chimenea cerrada)	70°C	30 minutos
(**) Cocinado (chimenea cerrada)	80-82°C	4 ½ horas

(\*) El ahumado deberá ser continuo y denso durante el tiempo de exposición y podrá continuarse durante el cocido del producto, según el nivel de ahumado deseado.

(\*\*) La temperatura de cocinado (80-82°C) que se aplique dependerá del grueso de la chuleta, esto garantiza una temperatura mínima en el centro de 70°C.

3.5. Se refrigera (4°C 12 a 24 horas) sin cubrirla. Queda así lista para ser cortada en chuletas individuales (porciones).



Figura 35. Chuleta ahumada



Porciones de Chuleta ahumada



## PRÁCTICA 6

## ELABORACIÓN DE JAMÓN TIPO TENDER (FIGURAS 37, 38 y 39)

Objetivo: adiestrar a los participantes en el manejo de los equipos y técnicas que se utilizan en el proceso de elaboración de jamón tender.

## 1. Recursos

## 1.1. Materiales y equipos

- Todos los indicados para chuleta ahumada
- Papel celofán para cocinado.
- Malla para cocinado (Estoquineta).

## 1.2. Suministros

- Pernil de cerdo refrigerado (2-3 Kg.)
- Los ingredientes indicados en la solución curante. Igual que para la chuleta ahumada.

## 2. Fórmula para solución curante

La solución curante prepara con los mismos aditivos y en igual concentración que para la chuleta ahumada

## 3. Operación del proceso

## 3.1. Preparación de la carne

El pernil de cerdo con temperatura de refrigeración (no mayor de 4°C) y es deshuesado, limpiado del exceso de grasa y cortado para disminuir su espesor y aumentar la superficie de contacto con la solución salina (curante)

## 3.2. Curado por inyección y masaje

Se incorpora por inyección y masaje o batido la solución curante en la relación de 20 ml de solución curante por cada 100 g. de pernil (aproximadamente la mitad por inyección y lo restante por masaje)

Se le aplica un primer masajeado de 3-5 minutos hasta incorporar toda la solución curante y luego se mantiene en refrigeración (no mayor 4°C), se continúa masajeando por 3-5 minutos cada vez, a intervalos no mayores de doce horas cubriendo un período total entre 36 ó 48 horas. Por el poco volumen de carne que se utiliza el masajeado se hace manual.

3.3. Luego se incorpora en un papel de celofán permeable al humo y al vapor de agua, colocándolo en una malla anudada en uno de sus extremos, con el nudo hacia el fondo de un depósito circular de tamaño de la mitad inferior de un envase de 5 litros, dentro del cual se le da la forma típica semi-esférica, practicando la torsión de la malla y haciendo un nudo sobre la torsión de la

misma. La mitad restante de la malla sirve para guindado del jamón durante el cocinado.

## 3.4. Luego se somete al siguiente plan de cocinado (previo pesado)

Operación	Temperatura	Tiempo
Secado (Chimenea abierta)	65°C	30 min.
(*) Precocido y ahumado (chimenea cerrada)	70°C	1 h.
Cocinado y continua el ahumado (chimenea cerrada)	75°C	1 h
	80°C	1 h
	85°C	2,5 h

(\*) El ahumado deberá ser continuo y denso durante el tiempo de exposición y podrá continuarse durante el cocinado del producto según el nivel de ahumado deseado.

El plan de cocinado indicado se ajusta a un jamón de 1 Kg. Para jamones de 2 Kg. Se duplica el tiempo a partir del precocido y ahumado.

Otro plan menos escalonado puede ser el siguiente: Secado (chimenea abierta) 65°C/45 min precocido ahumado 70°C/1h chimenea cerrada y cocinado ahumado 85°C/8-10h chimenea cerrada. El tiempo de cocinado (8 - 10 horas) dependerá del peso del jamón (1 - 2 Kg). Se debe garantizar una temperatura de 68 - 70°C en el centro del jamón.

3.6. Se pasa a refrigeración guindado en su malla por un período de 12 a 24 horas (max. 5°C).

3.7. Se elimina la maya: se evalúa o empaqueta al vacío.



Figura 37. Jamón tipo tender en malla. (estoquineta)





Figura 38. Jamón tipo tender.

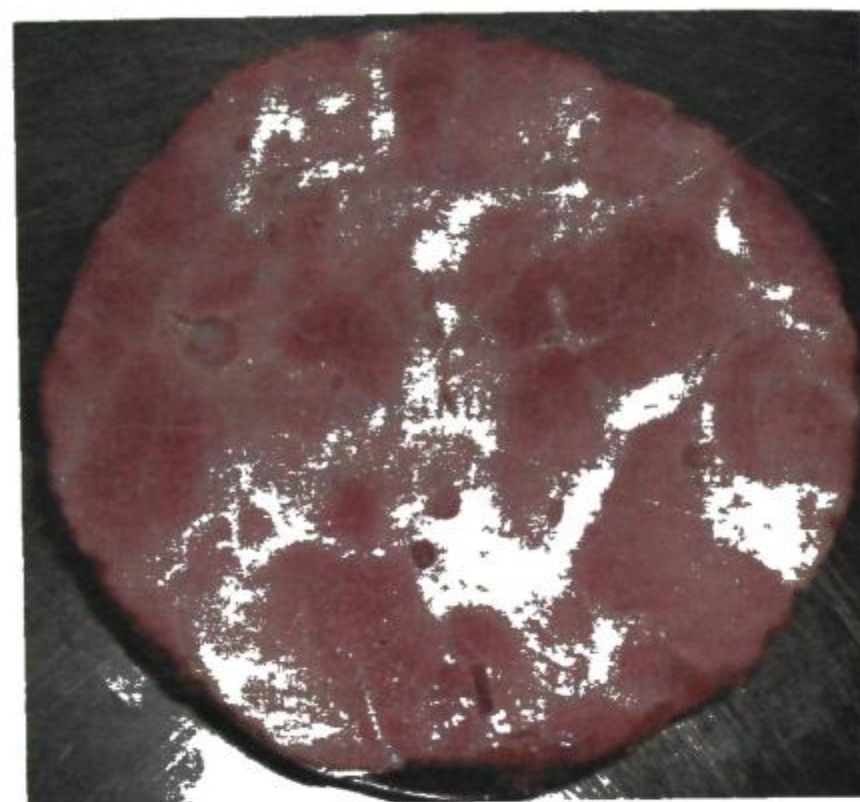


Figura 39. Rebanada de Jamon tipo Tender.

## PRÁCTICA 7

### ELABORACIÓN DE JAMÓN COCIDO (FIGURA 37)

Objetivo: adiestrar a los participantes en el manejo de los equipos y técnicas que se utilizan en el proceso de elaboración de jamón cocido.

#### 1. Recursos

##### 1.1. Materiales y equipos

- Cilindros graduados de 100 y 200 ml.
- Beaker de 50, 100, 250 y 500 ml.
- Balones aforrados de 2.000 ml.
- Espátulas
- Recipientes plásticos de 10 lts. (embases plásticos)
- Cuchillos
- Fiolas de 100 ml.
- Refrigerador
- Balanza de precisión
- Inyectadora de acero inoxidable (25 ml.)
- Bolsas CRY-O-VAC (opcional)
- Selladora al vacío (opcional)
- Bolsas de polietileno

- Moldes de acero inoxidable
- Tanque para cocinado (escaldado)

#### 1.2. Suministros

- Pernil de cerdo refrigerado
- Los mismos ingredientes indicados para la chuleta ahumada.

#### 2. Solución curante

Será la misma solución curante que para la chuleta ahumada, pero ajustando su concentración de sal (NaCl) al 10% o sea, que a la solución que se va a utilizar, como ya contiene el 8,7% de sal (considerando la sal agregada pura 7,35% más la agregada en la sal curante 1,35%), se agrega el 1,3% de sal para llevarle a 10%.

7,35%

1,35%

8,70% + 1,3% = 10%

#### 3. Operaciones del proceso

##### 3.1. Preparación de la carne

El pernil de cerdo con temperatura de refrigeración (no mayor de 4°C) es deshuesado, limpiado del exceso de grasa y cortado para disminuir su espesor y aumentar la superficie de contacto con la solución curante.

##### 3.2. Curado por inyección y masaje

Se incorpora por inyección y masaje o batido la solución curante en la relación de 25 ml de solución (ajustada al 10% de sal) por cada 100 g. de pernil de cerdo (aproximadamente la mitad por inyección y lo restante por masaje).

Se aplica un primer masajeado de 3-5 minutos hasta que la solución se absorba totalmente, y luego se mantiene en refrigeración (no mayor de 4°C), se continúa masajeando por 3-5 minutos cada vez, a intervalos no mayores a doce (12) horas cubriendo un período total entre 36 ó 48 horas. Por el poco volumen de carne que se utiliza se hace masajeado manual.

3.3. A las 48 horas se extrae la carne curada y se coloca en una bolsa de polietileno practicándole pequeños orificios (pinchazos) para la salida de aire, incorporándola luego en un molde para jamón cocido.

3.4. Se somete a un cocinado en inmersión en agua en dos etapas: asentamiento (45-50°C/1 h.) y gelificación (75 - 80°C/6 h.). Con esto logramos en el centro del jamón una temperatura de cocinado entre 68 a 70 °C

3.5. Terminado el cocinado, se da a los moldes un baño de agua potable para



bajar un poco la temperatura, consolidar la estructura y evitar exposiciones innecesarias del jamón a temperaturas altas.

**3.6.** Se someten los moldes a refrigeración (4°C-5°C) por 12 a 24 horas.

**3.7.** Se extrae del molde y se evalúa o empaqueta al vacío.

Nota: este mismo proceso de le puede aplicar a la espalda cocida.



Figura 40. Jamón Cocido



Figura 41. Rebanada de Jamón cocido

## PRÁCTICA 8

### ENLATADOS

Elaboración De Jamón Endiabado (Figura 42)

**Objetivo:** Adiestrar a los participantes, en el manejo de los equipos y técnicas que se utilizan en el proceso de elaboración de jamón endiabado (enlatado)

#### 1. recursos

##### 1.1. Materiales y equipos

- Fiolas 1000 ml
- Beaker de 50, 100, 250, 500 ml
- Balón aforado de 2000 ml
- Espátulas
- Bandeja de acero inoxidable
- Recipiente plástico. Capacidad 10 lts. (tobos plásticos)
- Cuchara grande de madera
- Cocina
- Plancha calentadora
- Termómetros
- Latas con esmalte "G"
- Termopar (constatan y cobre)
- Registrador de temperatura digital "T"
- Cronometro
- Inyectadota. Capacidad 25 ml (acero inoxidable)
- Recipientes de acero inoxidable para cocinado
- Cocina a vapor
- Cuchillos
- Selladora de latas
- Refrigerador
- Auto-clave
- Pinzas
- Guantes de asbesto (largo)
- Balanza de precisión
- Abrelatas



▪ Cortador de carne ("cutter")

**1.2. Suministros**

Los indicados en la solución curante y en la fórmula del producto

**2. Fórmula para la solución curante y para el producto.**

**2.1. Para solución curante**

Se prepara igual que para la chuleta ahumada

**2.2. Para producto**

Ingredientes y aditivos	Porcentaje %	Cantidad (g)
Carne de cerdo curada y cocida	68,50	2055,00
Tocino cocido (sin cuero)	30,00	900,00
Mostaza	0,50	15,00
Nuez moscada	0,20	6,00
Ajo molido	0,16	4,80
Pimienta blanca molida	0,16	4,80
Sal	0,48	14,40
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>3000,00</b>

\* Parte del tocino puede sustituirse por ml. de aceite vegetal (450 g. tocino + 450 ml. aceite).

**3. Operaciones del proceso**

**3.1. Preparación de la carne**

El pernil de cerdo con temperatura de refrigeración (no mayor de 4°C) es deshuesado y cortado para disminuir su espesor y aumentar la superficie de contacto con la solución curante.

**3.2. Curado por inyección y masaje**

Se incorpora por inyección y masaje (manual) la solución curante en la relación de 20 ml. de solución curante por cada 100 g. de carne de cerdo (aproximadamente la mitad por inyección y lo restante por masaje).

Se aplica un primer masaje de 3-5 minutos y luego hasta que la solución se absorba totalmente y luego se mantiene en refrigeración (no mayor de 4°C), se continúa masajeando por 3 a 5 minutos por vez a intervalos no mayores de 12 horas cubriendo un periodo total entre 36 a 48 horas.

**Observación:**

Esta operación de curado, también se puede hacer por la técnica de inyección e inmersión como fue descrita en la práctica 5 para chuleta ahumada.

**3.3.** Luego se cocina en un recipiente de acero inoxidable simultáneamente con el tocino (en otro recipiente) en la cocina de vapor, bajo la acción del vapor vivo (a presión) por un período de una (1) hora.

**3.4.** Se corta la carne y el tocino (sin cuero) en trozos pequeños y se incorpora en la cortadora ("Cutter") junto con los demás ingredientes y aditivos se pone en marcha hasta que adquiera la consistencia deseada en el producto (jamón endiabado).

**3.5.** Luego se traslada el contenido a un recipiente de acero inoxidable de fondo redondeado para facilitar el batido del contenido durante el calentamiento.

Se procede a calentar el contenido en una hornilla cuidando de batirlo constantemente para evitar su quemado en el fondo y favorecer su textura. Esta operación hace repetidas mediciones de la temperatura del contenido hasta que alcance una temperatura de 80°C.

**3.6.** Luego se traslada el recipiente con el contenido a una plancha de calentamiento a objeto de mantener caliente el contenido durante el llenado manual de latas, utilizando una cuchara apropiada al tamaño de la lata.

**3.7.** Se procede al llenado de las latas, una de las cuales (al menos) ya tendrá colocado un termopar adecuado para medir la temperatura en el centro de la lata (testigo en el proceso de esterilizado).

El llenado se practica en caliente (aproximadamente 75°C) y dejando un pequeño espacio de cabeza ya referido.

**3.8.** A medida que se van llenando se hace un sellado (en caliente) por lo cual la mesa de trabajo para el llenado de las latas, deberá estar junto a la selladora de latas.

**3.9. Esterilizado:** Habiendo conectado la lata testigo con un registrador digital de temperatura, e incorporando todas las latas a la cesta del autoclave, se procede a la operación de esterilizado tomando las previsiones descritas al respecto y practicando los registros de temperatura requeridos, en las condiciones ya descritas para el cálculo de valor F por el método de adición.

**3.10.** Cumplida la operación de esterilizado se extraen las latas y se colocan en un almacén a temperatura ambiente.

Como ya se indicó aplicando un valor de  $F = 4,0-5,5$  y almacenada a temperatura ambiente no mayor a 25°C, el producto se puede conservar en almacenamiento hasta por 4 años.



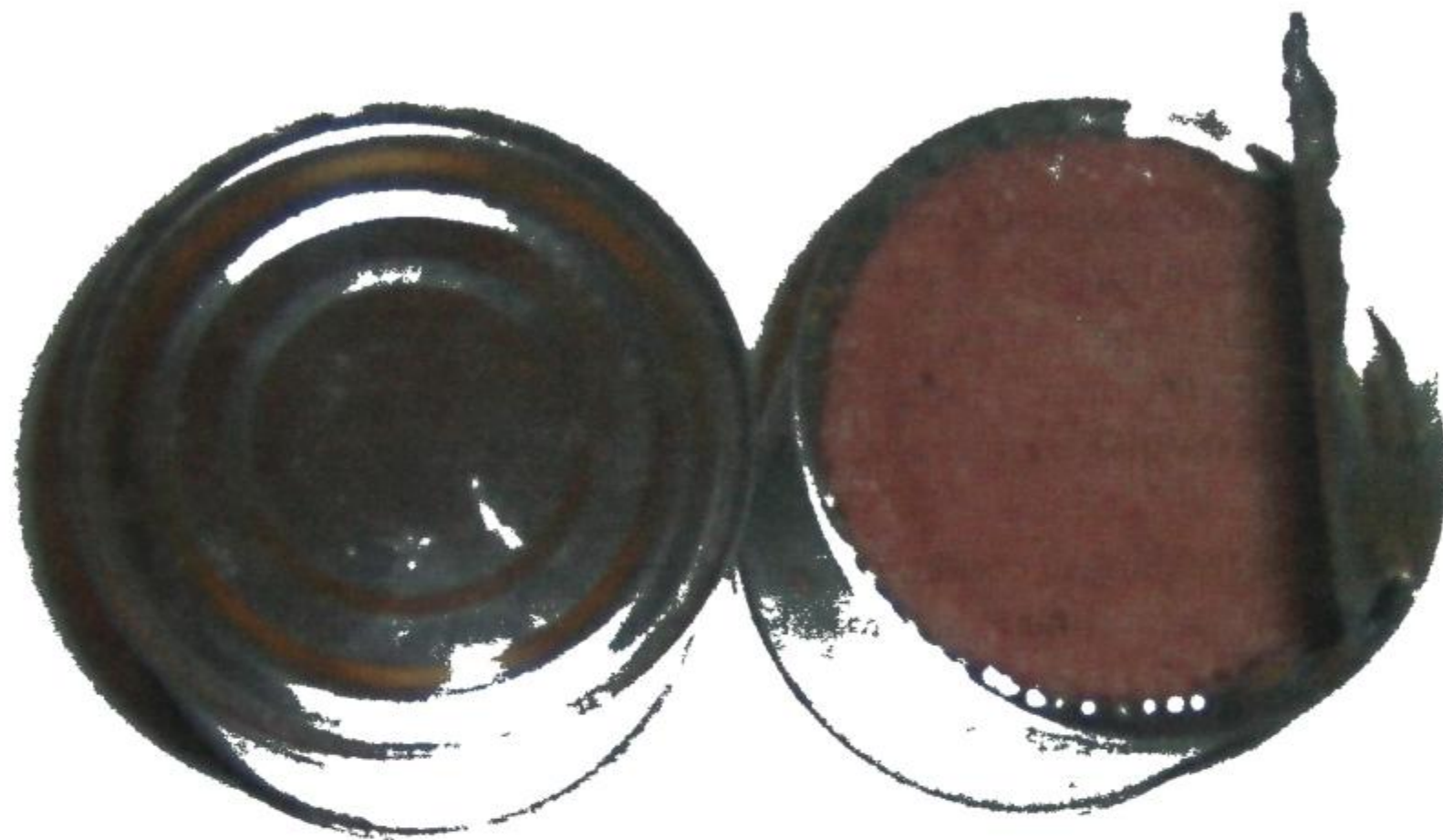


Figura 42. Jamón endiablado

## CAPITULO IV

### PRODUCTOS CARNICOS: CONTROL DE CALIDAD. TRIPAS, ENVOLTURAS Y MÉTODOS DE EMPAQUE.

#### CONTROL OFICIAL.

Tanto durante el procesamiento de los productos, como una vez terminados, éstos deben cumplir con una serie de parámetros de calidad que establece la industria y el sector oficial, lo cual se garantiza a través del aseguramiento de calidad de los mismos.

Igualmente el proceso de elaboración, la conservación y la presentación de los productos cárnicos, requieren de tripas, envolturas y métodos de empaques que son determinantes para garantizar esos aspectos fundamentales, tanto en el manejo como en la comercialización de los productos elaborados.

En el mismo sentido el sector oficial interviene mediante instituciones, leyes, reglamentos y normas que controlan todas las etapas desde el manejo de los ingredientes, aditivos y el procesamiento hasta la Comercialización de los productos terminados.

El presente capítulo cubre aspectos fundamentales para garantizar que los productos cárnicos cumplan con los requisitos establecidos para su comercialización y lleguen a los consumidores en óptimas condiciones.

#### ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

El control de calidad es un tema muy amplio que abarca varios aspectos, cuyo conjunto está orientado a garantizar que los productos lleguen a los consumidores cumpliendo con los requisitos establecidos al respecto.

Estos requisitos a su vez para el caso de productos cárnicos procesados están orientados en tres sentidos: a proteger la salud del consumidor y a protegerlo también de ser objeto de fraude en relación al valor nutricional o composición del producto que adquiere y a garantizar la vida útil (estabilidad) del producto en la cadena de comercialización.

Al efecto resulta importante la composición química de los productos y la calidad microbiológica de los mismos.

En tal sentido y de acuerdo a la orientación de este libro se pasa a considerar el significado fundamental de los análisis químicos y microbiológicos más comunes que formalmente son requeridos para productos cárnicos antes de ir a los consumidores.



## SIGNIFICADO DE LOS RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

Los análisis de laboratorio dan el resultado que permite un conocimiento determinado del producto sometido a los análisis respectivos. Ese conocimiento adquiere significado y valor al considerarlo dentro de un criterio bajo el cual se valora.

De acuerdo a la orientación de este libro el significado y valoración de los resultados de los análisis respectivos está dentro del marco de un criterio de aseguramiento pues se refiere a un medio para el aseguramiento de calidad de los productos bajo análisis.

## SIGNIFICADO DE LOS RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS QUÍMICOS.

### RESULTADO DEL ANÁLISIS DE PROTEÍNA TOTAL

El resultado se reporta en términos de porcentaje de proteína con relación al peso del producto. A los efectos de control se expresa como porcentaje mínimo de proteína de origen animal. Esto refleja que es uno de los componentes de mayor valoración desde el punto de vista de aseguramiento de calidad del producto y de hecho está relacionado con su valor nutricional y costo del mismo.

### RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE GRASA.

Al igual que para las proteínas se expresa en términos de porcentaje con relación al peso del producto, pero para el caso del control oficial la grasa está referida a porcentaje máximo de grasa pues en este caso lo que el aseguramiento establece, está orientado a evitar el exceso de grasa con relación al valor establecido.

### RESULTADO DEL ANÁLISIS DE HUMEDAD.

El criterio es el mismo al utilizado para grasa, es decir el porcentaje máximo de humedad. También es común que se establezca un porcentaje máximo, común para grasa y humedad, es decir indistintamente del porcentaje de cada una en particular, la sumatoria de los porcentajes parciales no podrá sobrepasar el porcentaje total máximo establecido para ambos componentes.

El hecho de establecer un límite máximo para grasa y humedad revela la menor importancia que estos compuestos tienen en los productos y esto puede estar relacionado con el valor nutricional y costo menor que estos componentes tienen con relación a la proteína.

### RESULTADOS DE ANÁLISIS DE CENIZAS

Las cenizas en un producto están representando el conjunto de minerales

presentes en el mismo y los efectos de control oficial de calidad, se reportan como porcentaje máximo permitido con relación al peso del producto. Criterio orientado fundamentalmente en base a la salud del consumidor.

### RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE NITRATOS Y NITRITOS DE SODIO Y/O POTASIO.

A los efectos de control oficial se expresa como mg/kg de nitrito de sodio como máximo y corresponde al nitrito residual por lo cual no coincide con el agregado de acuerdo a la fórmula del producto. En este caso el criterio tiene base estrictamente de protección a la salud del consumidor.

### RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE FOSFATOS TOTALES:

A los efectos del control oficial se expresa como mg/kg de  $P_2O_5$  como máximo. Criterio orientado fundamentalmente en base a la salud del consumidor.

### RESULTADOS DE ANÁLISIS DE ÁCIDO ASCÓRBICO, ISOASCÓRBICO Y SUS SALES SÓDICAS.

A los efectos del control oficial se expresa como mg/kg máximo. En este caso también predomina el criterio con base en la salud del consumidor, haciendo la aclaratoria de que no se considera su acción vitamínica, sino su acción reductora y es por eso que se coloca en igualdad de condiciones que sus sales sódicas. (previenen el desarrollo de nitrosaminas).

#### Observación:

Con relación a los componentes que se expresan en mg/kg, también se pueden encontrar reportados en porcentaje.

Como ejemplo: 180 mg/kg de nitrito residual en un producto.

Como 1 kg = 1000.000 mg  
entonces 180 mg / kg = 180 mg / 1000.000 mg  
nitrito residual en el producto.

Por otra parte:

Si 1000.000 p. del producto tienen 180 p. de nitritos  
100 p. del producto tienen X.

$$X = \frac{100 \text{ p} \times 180 \text{ p}}{1000.000 \text{ p}} = 0,018 = 0,018\%$$

De este cálculo se puede indicar que teniendo el componente en mg/Kg y dividiendo su valor entre 10.000 se convierte en %. También se puede establecer que teniendo su valor en porcentaje, se puede multiplicar por 10.000



y se convierte en mg/Kg.

En resumen: un componente expresado mg/kg como los 180 mg/kg de nitrito también se puede expresar en 0,018% de nitrito, todo con relación al producto del cual forma parte.

## **SIGNIFICADO DE LOS RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

### **RESULTADO DEL ANÁLISIS PARA AEROBIOS MESÓFILOS.**

A los efectos de control oficial se expresa en términos de unidades formadoras de colonias por gramo (ufc/g) y se refiere a una información general sobre la calidad bacteriológica del producto.

Cuando el nivel es demasiado alto puede significar que ocurre una contaminación durante el proceso, o defectos del proceso, si la determinación se ha realizado a nivel de planta, pero si se ha determinado después, puede significar una inadecuada manipulación o inadecuado almacenamiento.

El criterio sobre el cual se basa es la salud del consumidor pero también la conservación del producto.

### **SIGNIFICADO DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE HONGOS.**

También se expresan como ufc/g reportando también información sobre la calidad del producto, pues estos pueden causar algunas alteraciones en el mismo.

### **SIGNIFICADO DEL RESULTADO DE ANÁLISIS PARA LEVADURAS.**

También se expresan en ufc/g y tienen semejante significado que para el caso de los hongos.

### **SIGNIFICADO DE LOS RESULTADOS PARA COLIFORMES FECALIS.**

A los efectos del control oficial se expresan como número más probable por gramo (NMP/g) y son llamados gérmenes indicadores de una higiene inadecuada en el producto final si estos se encuentran en un nivel muy elevado.

El criterio es de orientación sobre la contaminación general del producto y por tanto apunta tanto a la salud de los consumidores como a la conservación

del producto.

### **SIGNIFICADO DEL RESULTADO DEL ANÁLISIS PARA SALMONELLA EN 25 g.**

La presencia de esta bacteria en el producto resulta altamente peligrosa para la salud del consumidor. Por tanto desde el punto de vista del control oficial no debe estar presente en el producto (0/25 g.).

El criterio es estrictamente protección a la salud de los consumidores.

### **SIGNIFICADO DEL RESULTADO DEL ANÁLISIS DE STAPHYLOCOCCUS ÁUREUS.**

A los efectos del control oficial se expresan como ufc/g. También son peligrosos para la salud de los consumidores pero en menor grado que las salmonellas, por tanto tampoco deberían estar presentes en el alimento pero se toleran cifras bajas.

El criterio es estrictamente proteger la salud de los consumidores.

### **SIGNIFICADO DEL RESULTADO DE CLOSTRIDIUM PERFRINGENS.**

A los efectos del control oficial se expresan como ufc/g y su presencia indica un cierto grado de peligrosidad para la salud de los consumidores pero es tolerable a nivel muy bajo aunque sería preferible su inexistencia, también puede indicar algunas deficiencias en el manejo de los productos.

### **SIGNIFICADO DEL RESULTADO DEL ANÁLISIS DE BACILLUS CEREUS.**

También se reporta como ufc/g y el significado es semejante al del Clostridium perfringens, pero se tolera en un número ligeramente superior en los productos.

### **TRIPAS, ENVOLTURAS Y MÉTODOS DE EMPAQUETADO**

El conocimiento tecnológico de las tripas y envolturas es fundamental en la elaboración, conservación y presentación de los productos cárnicos.

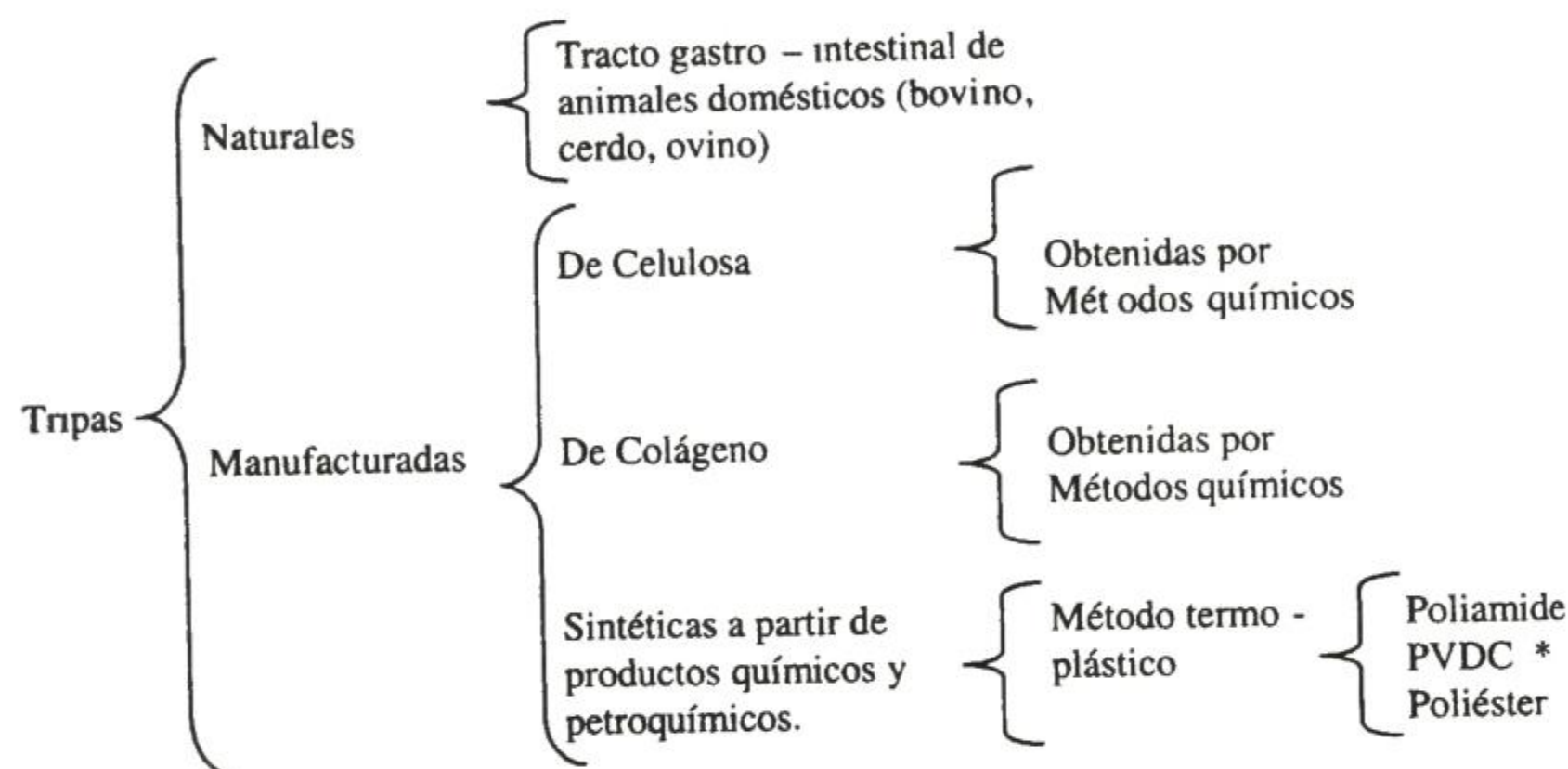
#### **TRIPAS**

Gerhard y Effenberger (1980) hacen un amplio tratado sobre tripas para



embutidos, adicionalmente Effenberger y Schotte (1972), tratan ampliamente lo relacionado a envolturas y empaquetados de carnes y productos cárnicos. Pero a los efectos de este libro se hace un resumen, a fin de dar una orientación general sobre las tripas, envolturas, métodos y técnicas de empaquetado de carne y productos cárnicos.

En tal sentido las tripas se pueden clasificar según el esquema 3.



\* PVDC "Polivinil Dicloride" o dicloruro de polivinilo

Esquema 3: Clasificación de las tripas.

### TRIPAS NATURALES

Se obtienen del tracto gastro-intestinal de animales domésticos, bovino, porcino, ovino (novillo, cerdo, oveja) después de su separación son sometidas a limpieza por lavado saladas y clasificadas en forma adecuada para su almacenamiento y comercialización.

Las tripas naturales fueron las primeras que se utilizaron en la fabricación de embutidos y su funcionalidad tecnológica depende de algunas características específicas como son:

#### Resistencia:

Esto le permite soportar los efectos de llenado y amarrado.

Permeabilidad al humo, vapor de agua y oxígeno:

Esto favorece el ahumado y secado de productos cuando se requiere de ese aspecto en el proceso.

### Elasticidad: (estrechamiento y distensión).

Esto le permite adaptarse al volumen del embutido en la distensión cuando se cocina o en la disminución de volumen (retracción) cuando seca sin arrugarse.

Sin embargo la alta permeabilidad que tiene al oxígeno podría en algunos casos desarrollar procesos de oxidación de las grasas.

Pero además de estas características, desde los orígenes en su utilización han cumplido importantes funciones tanto en el proceso como en su manejo y comercialización, se puede destacar las siguientes:

- Determinar el tamaño y forma del embutido.

Servir de:

Molde durante el proceso

Contenedores o recipientes en el manejo

Unidades en el mostrador

### TRIPAS MANUFACTURADAS

La industria de embutidos dependía de la producción de tripas naturales, lo cual limitaba la expansión de la producción de embutidos a gran escala.

Esto planteó la necesidad de desarrollar otro tipo de tripas eficientes y acorde con las necesidades tecnológicas modernas, a tal efecto se desarrollaron varios tipos de tripas manufacturadas que dieron paso a grandes posibilidades en el desarrollo de la industria de embutidos.

Se tienen tripas manufacturadas de celulosa, colágeno y sintéticas:

#### Tripas de celulosa y colágeno.

Estas tripas tienen en común, que son obtenidas de compuestos naturales como son la celulosa de origen vegetal y el colágeno de origen animal y que ambas se obtienen por un procedimiento químico.

#### Obtención de tripas de celulosa.

Según Gerhard Y. Effenberger (1980), la celulosa es una de las primeras materias primas utilizadas en la fabricación de las tripas artificiales. La elaboración se hace por el llamado proceso de la viscosa, este se puede dividir en tres etapas: fabricación de la viscosa, fabricación de la tripa a partir de la viscosa y formación del hidrato de celulosa.

La celulosa esta en forma muy pura en los pelos que rodean la semilla de algodón y extraerla es más económico que de la madera, pero también se extrae de la madera.

La celulosa llega a la fábrica de tripas bajo la forma de copos, arcos u hojas



con un 95 % de pureza.

Como la celulosa carece de punto de fusión según el citado autor, los métodos de transformación termoplástica son inadecuados, por tanto para la fabricación de tripas de celulosa se utilizan métodos químicos. Así las hojas de celulosa se tratan con hidróxido sódico en una prensa de inmersión para eliminar componentes indeseables, luego se elimina la sosa (hidróxido de sodio) por lavado o prensado.

Se obtiene de esta manera la celulosa alcalinizada, luego de molida, calentada y enfriada, se somete a un amasado en sulfuro de carbono para formar xantogenato de celulosa. El xantogenato se homogeniza en mezcladoras y se disuelve en sosa, se obtiene así la viscosa (amarillo naranja).

Después de un proceso de maduración y filtrado va a los equipos de hilado, donde pasa por un anillo a presión, allí toma la forma de tubo moldeado fresco, que requiere un baño coagulante y por tanto cae, a los tanques de precipitado: en el primero pasa por una solución de sulfato de amonio donde se transforma en xantogenato de amonio y en el segundo con una solución de ácido sulfúrico, se transforma en hidrato de celulosa, se estructura así el tubo de hidrato de celulosa.

Luego el tubo de hidrato de celulosa, pasa por varios lavados sucesivos, se disulfura y se lava y luego se trata con un humectante que comúnmente es la glicerina. Luego la tripa pasa al secado pero llena de aire para evitar retracción de la misma y finalmente es embobinada.

Se producen de esta manera y con algunas técnicas adicionales diferentes tipos de tripas de celulosa de acuerdo a los requerimientos para cada proceso de embutido en particular.

### **Obtención de tripas de colágeno**

La materia prima fundamental en este caso la constituye el Corium que se corresponde con la capa interna de la piel del bovino obtenida por el raspado a nivel de tenerías.

Se han utilizados varias técnicas en la obtención del colágeno pero según Gerhard y en Effenberger (1980) el desarrollo de la técnica del desfibrado ha permitido reducir al mínimo la acción nociva que métodos tradicionales causaban sobre las fibras cutáneas se han introducido técnicas frigoríficas al proceso lo cual evita la desnaturalización del colágeno, lo que favorece su reconstrucción en tripas.

Se practica un desmenuzamiento o trituración mecánica de los haces de fibras que producen su disgregamiento en fibras separadas.

Después del desmenuzamiento en ácido y mezclado, se obtiene una pasta homogénea de colágeno, agua, ácidos y agentes ablandadores como glicerina.

Una vez homogeneizada la masa o pasta de colágeno se hace pasar a presión moderada por una serie de cedazos de agujeros diferentes y está lista para realizar su extrusión y obtener la tripa de colágeno. Esta operación a diferencia de la realizada en la obtención de la celulosa, se realiza en condiciones de "hilado seco" pues el tubo moldeado fresco no requiere de baño coagulante, pues desde el principio tiene resistencia suficiente para trasladarse a los canales de secado, pero también se le insufla aire durante esta operación. En este caso se aprovecha la capacidad de las fibras de colágeno de aglutinarse en un retículo estable ante la pérdida de humedad, estructurándose así una tripa de colágeno de características deseadas.

### **Beneficios tecnológicos introducidos con las tripas de celulosa y colágeno.**

En términos generales en las tripas de celulosa y colágeno se pueden lograr las características tecnológicas beneficiosas de las tripas naturales y se pueden controlar las características no deseadas de estas en forma concreta se introducen los siguientes beneficios tecnológicos:

- Variedad de tamaños y diámetros disponibles.
- Uniformidad en tamaños y diámetros
- Facilidad en el control microbiológico.
- Resistencia estándar especialmente importante en la producción automatizada de embutidos.

### **Tripas sintéticas.**

Estas tripas se obtienen a partir de sustancias básicas de alto peso molecular: polimerizados, policondensados y granulados, que es la forma en que llegan a las plantas elaboradoras de tripas.

Como a diferencia de la celulosa y colágeno estos materiales si tienen punto de fusión, los plásticos se transforman en tripas por métodos termoplásticos y se pueden obtener tripas con las características de acuerdo a los requerimientos tecnológicos de cada tipo de producto al cual son destinadas.

### **ENVOLTURAS.**

Las envolturas constituyen las láminas de materiales destinados a la preservación y presentación del producto terminado; entendiéndose por



preservación no sólo la conservación del producto en condiciones de consumo sino también la preservación de características específicas que también están altamente ligadas a la presentación y que al momento de elegir, determinan la aceptación o rechazo del producto por parte del consumidor.

Por tal motivo se puede indicar que las envolturas están íntimamente ligadas a las características del producto y métodos de empaquetado.

En la industria de la carne juegan papel principal las envolturas provenientes de los derivados del petróleo que tienen propiedades termoplásticas de manera que con el calor se vuelven plásticos y se funden, lo cual se aprovecha para la fabricación de envolturas.

Entre las envolturas de mayor utilización en la industria de la carne se tiene: PVC, PE, PP, PA, CRY-O-VAC, etc.

El papel celofán tiene diferencia con las anteriores envolturas pues por una parte, se origina a partir de la celulosa como componente fundamental y no de productos químicos o petroquímicos y se obtiene por el proceso de la viscosa (químico) y no por el método termoplástico propio de las otras envolturas.

Desde el punto de vista de su funcionalidad tecnológica se pueden indicar tres tipos de envolturas considerado en el esquema al respecto (figura 4)

.- Envolturas permeables al oxígeno e impermeables al vapor de agua.

Estas envolturas son de gran utilidad en las carnes frescas para los mostradores de los mercados al detal, donde por una parte se requiere la presencia de oxígeno en contacto con la superficie de la carne y por otra parte se debe evitar la pérdida de humedad de la carne.

Este tipo de envolturas están relacionadas con métodos de empaquetado simple.

.- Envolturas impermeables al oxígeno y al vapor de agua.

Estas envolturas toman especial importancia para productos procesados de carne, interesa evitar el contacto del oxígeno con el producto elaborado y por otra parte se debe evitar la pérdida de humedad del producto, pero además son termoretraíbles o termoencogibles lo que significa que por acción térmica se encogen o retraen evitando las arrugas sobre el producto.

Este tipo de envolturas están relacionadas con métodos de empaquetado al vacío.

.- El papel celofán barnizado con PVDC que se hace impermeable al oxígeno y al vapor de agua se utiliza para empaquetar productos de baja humedad donde se requiere que no pierda humedad, pero tampoco se quiere que gane humedad y además se debe mantener libre del contacto con el oxígeno

del aire en forma directa.

Esta envoltura está relacionada con un método de empaquetado simple y hermético.

Envolturas (materiales de empaque)	.- Permeables al oxígeno e impermeables al vapor de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>.- PVC hasta 25 <math>\mu</math> de espesor</li> <li>.- PE</li> <li>.- PP</li> </ul>
	.- Impermeables al oxígeno y a vapor de agua.	<ul style="list-style-type: none"> <li>.- PVC entre 25 y 370 <math>\mu</math> de espesor.</li> <li>.- CRY - O - VAC</li> <li>.- PA</li> </ul>
	.- Impermeables al oxígeno y permeables al vapor de agua.	<ul style="list-style-type: none"> <li>.- Papel celofán sin barnizar.*</li> </ul>

\*El papel celofán barnizado con PVDC, se hace impermeable al oxígeno y al vapor de agua.

.- PVC = Cloruro de polivinilo

.- PE = Polietileno

.- PP = polipropileno

.- PA = Poliamide

.- CRY-O-VAC = Envoltura de marca registrada de la W.R. Grace and Co a base de PVC.

.- PVDC = Dicloruro de Polivilideno "polivinil dicloride".

Esquema 4. Clasificación de envolturas (materiales de empaque)

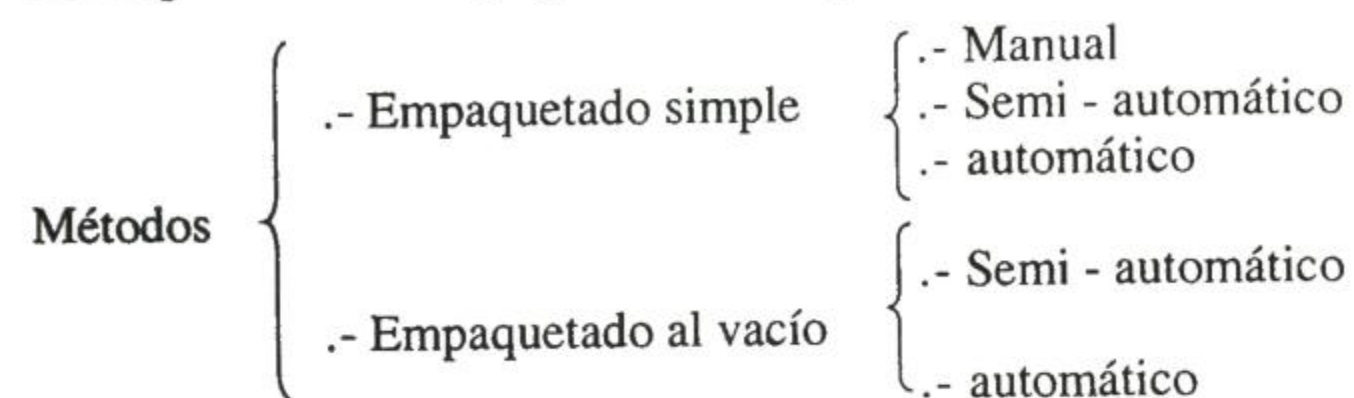
## MÉTODOS DE EMPAQUETADO

En términos generales los métodos de empaquetado se pueden resumir en el esquema 5.

La calificación de manual, semi-automático o automático en los métodos de empaquetado está relacionado, con la mayor o menor intervención de la



mano del hombre y en la incorporación de equipos mecánicos y automatizados en la operación de empaquetado de un producto terminado.



Esquema 5. Métodos de Empaquetado

## SELECCIÓN DE LA ENVOLTURA Y MÉTODO DE EMPAQUETADO.

A los efectos de explicar la selección de envoltura y el método de empaquetado en función de un producto dado, a continuación se hará un ligero análisis para tres productos diferentes: uno de los cuales está en estado fresco (bistec) y dos productos procesados (salchichas tipo perro caliente y mortadela tipo económica).

### El Bistec

Corresponde a carne de bovino en estado fresco que generalmente se coloca en mostradores refrigerados a la vista del público consumidor.

Para seleccionar la envoltura y el método de empaquetado es necesario señalar algunas características propias del producto:

#### .- Bistec fresco:

Es un producto con alto contenido de humedad la cual se debe preservar.

Por estar en estado fresco la mioglobina se encuentra en estado de oximioglobina en su superficie, lo cual se traduce en el típico color rojo brillante de la carne en estado fresco.

Las bacterias que pueden haber entrado en contacto con el bistec encuentran un medio propicio para su crecimiento.

### Envoltura, método de empaque y condiciones del mostrador.

La envoltura debe ser permeable al oxígeno e impermeable al vapor de agua. El método de empaque simple, con sello térmico o adhesivo que lo haga hermético pero sin extraer el aire y el mostrador debe ser refrigerado.

#### Explicación

La permeabilidad al oxígeno del aire permite su presencia en contacto con la carne garantizando el pigmento oximioglobina cuyo color rojo brillante es requerido por los consumidores.

La impermeabilidad al vapor de agua evita la pérdida de humedad por parte de la carne y por tanto la deshidratación, pues al ocurrir afectaría su aceptación por parte del público, más aún, cuando los refrigeradores generan corrientes de aire que favorecen la pérdida de humedad del producto.

El método simple pero hermético permite que el único intercambio entre el interior del paquete y el medio ambiente está determinado por la permeabilidad de la envoltura.

Se podría pensar que la presencia de oxígeno produciría oxidación de las grasas y que el oxígeno asociado a un alto valor de  $a_w$  podría favorecer el desarrollo de bacterias indeseables, pero esto no sucede por dos razones:

- 1.- La carne permanecerá un máximo de tres días en el mostrador.
- 2.- Permanece en condiciones de refrigeración (0 - 4°C) lo que actúa como factor determinante inhibiendo el crecimiento de microorganismos (control bacterial).

### Salchichas tipo perro caliente:

Corresponde a un embutido de carne, cocido, se comercializa en automercados en forma empaquetada, a la vista del público.

#### Características propias del producto

- .- Un producto curado cuyo color típico del curado (rojo claro) ya está fijado.
- .- Es un producto cocido (pasteurizado) donde han sido destruidos los estados vegetativos de bacterias patógenas y de la putrefacción.
- .- Es un producto con alto contenido de grasa y humedad.

### Envoltura, método de empaque y condiciones del mostrador.

La envoltura debe ser impermeable al oxígeno y al vapor de agua, el método de empaquetado al vacío y el mostrador debe ser refrigerado.

Estas condiciones se aplican igual para otros productos de mayor tamaño que tienen características de color y humedad semejantes, como el jamón cocido y la mortadela cocida en baño (tipo extra). Solo que varía un poco en la técnica para la aplicación del método.

Al efecto ya en la "descripción de la línea del proceso" para embutidos tipo



emulsión (salchicha), fue descrito el funcionamiento de la empaquetadora al vacío para salchichas.

Para el caso de productos de mayor tamaño (jamón cocido) se ha descrito un método de empaquetado (envasado) que según reporta Price y Schweigert (1971) es conocida como proceso CRY-O-VAC consiste en introducir el producto en la bolsa, extraer el aire, retorcer el cuello de la bolsa y cerrar con una grapa (clip). La película de la bolsa se retrae al introducirla momentáneamente en agua caliente (88-99°C). Con el calentamiento desaparecen las arrugas y pliegues de la película. El resultado es un envase hermético evacuado de aspecto atractivo y resistente al manejo y almacenamiento del producto.

#### **Explicación.**

El vacío evita la presencia de oxígeno en contacto con el producto y por tanto previene la oxidación de la grasa, efecto que se suma en el control de la oxidación de las grasas por acción de los nitritos, fosfatos y ácido ascórbico o eritorbatos, también evita la pérdida de humedad del producto. Esto se logra por la acción combinada de la envoltura impermeable al oxígeno y al agua (vapor) en el método de empaquetado al vacío. También se evita una contaminación del producto durante su manipulación.

Por otra parte el vacío inhibe el crecimiento de gérmenes aerobios microfilos propios del deterioro que podrían permanecer a temperaturas de refrigeración.

Igualmente al combinar el empaquetado al vacío con la refrigeración del mostrador (0-4°C) se evita el desarrollo de la eventual presencia de formas esporuladas del *Clostridium botulinum*, por ser mesófilo.

Por estas condiciones existen en el mercado productos empaquetados en las condiciones descritas y refrigerados, provenientes de industrias que trabajan con buenas condiciones higiénicas, los cuales garantizan vida útil (fecha de vencimiento) por lapsos hasta de 4 meses o más en condiciones de refrigeración adecuada (0-4°C).

#### **Mortadela tipo económico**

Corresponde a un producto embutido de carne que se puede comercializar en condiciones de temperatura ambiente.

#### **Características propias del producto**

- Color típico de curado ya fijado.
- Bajo contenido de humedad y baja  $a_w$ .

- Es un producto cocido (pasteurizado) donde han sido destruidas las formas vegetativas de bacterias patógenas y de putrefacción.
- Es un producto con alto contenido de grasa.

#### **Envoltura, método de empaque y condiciones del mostrador.**

La envoltura debe ser impermeable al oxígeno y al agua (vapor), el método de empaque simple y hermético pero sin extracción de aire y el mostrador puede ser a temperatura ambiente o refrigerado.

#### **Explicación**

La envoltura debe ser impermeable al oxígeno para evitar el contacto directo con el oxígeno del aire ambiental y prevenir procesos de oxidación de las grasas y el desarrollo de hongos. También debe ser impermeable al vapor de agua para evitar pérdida o incorporación de humedad del producto hacia el ambiente o viceversa, pues ya el producto tiene una humedad adecuada a sus características pero tiene una baja  $a_w$  que evita el crecimiento de bacterias indeseables.

En este caso la envoltura puede ser el papel celofán barnizado por PVDC ya que se va a combinar con empaquetado simple que no requiere vacío ni de envolturas termoretraíbles.

El mostrador puede tener temperatura ambiente pues como ya se indicó la baja  $a_w$  protege al producto del crecimiento de bacterias indeseables, pero indudablemente que resulta, de mayor garantía manipular el producto en condiciones de refrigeración ya que se incorpora la temperatura como otro factor de control en el crecimiento de microorganismos.

### **CONTROL OFICIAL**

#### **MARCO HISTORICO**

El componente legal al respecto se hace presente desde principios del siglo XX con la creación de la Comisión de Higiene Pública (1909), la cual dicta el Decreto "Reglamento de los Servicios de Inspección y Saneamiento".

En 1941 se dicta el "Reglamento General de Alimentos y Bebidas".

Estos antecedentes conducen a que en 1959, se oficializa el "Reglamento General de Alimentos", decreto 526, Gaceta Oficial 25.864, 16/01/59 y a través del Decreto 501 del 30 de diciembre de 1958 se crea la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), como una comisión permanente asesora del Ministerio de Fomento en materia de Normalización y Certificación de Calidad.



El 10 de enero de 1973 se dicta un decreto que define las funciones y estructuras de COVENIN y según este decreto, el 29 de enero de 1974, la Dirección de Industrias del Ministerio de Fomento mediante la resolución 1.177 dicta el Reglamento de Normas Venezolanas COVENIN.

En tal sentido, por décadas y hasta años recientes, han sido dos las instituciones mas importantes en el control de los alimentos: el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social (MSAS) con el Reglamento General de Alimentos como su principal instrumento legal y el Ministerio de Fomento (MF) con la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), sus normas COVENIN y la Ley de Metrología como sus principales instrumentos.

Tomando lo anterior como base, el tópico de control oficial, se desarrolla a continuación bajo el marco legal establecido por estas dos instituciones.

Como el MSAS y el MF, recientemente han sido objeto de cambios en sus nombres y organización, el funcionamiento de los mismos será presentado en pasado y seguidamente se hace referencia a los ajustes recientes ocurridos en relación al tema de control oficial.

Al efecto, para relacionar el control oficial con la carne y productos carnicos se parte del hecho que la industria procesadora de carne es una industria de alimentos y sus productos son alimentos.

En tal sentido el artículo 3 del Reglamento General de Alimentos (1959), establece como alimento, no solamente las sustancias destinadas a la nutrición del organismo humano, sino también, las que forman parte o se unen a su preparación, composición y conservación.

Es responsabilidad del sector oficial garantizar a los consumidores que el alimento a ingerir no le cause problemas en su salud y de esto se ha encargado el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social (M.S.A.S.), también ha garantizado que la calidad en la composición se ajusta a lo oficialmente establecido para dicho alimento y de esto se ha encargado el Ministerio de Fomento (M.F.) al establecer en concordancia con el M.S.A.S. la norma COVENIN que rige la calidad y composición del mismo, la cual debe aparecer claramente especificada en el rótulo o etiqueta aprobada para su comercialización.

Aún cuando estas instituciones (M.S.A.S. y M.F.), han tenido una amplia organización, a continuación se van a despejar las estructuras administrativas de las mismas, que han tenido relación directa de control sobre el área de alimentos y por tanto sobre la carne:

## 1.- MINISTERIO DE SANIDAD Y ASISTENCIA SOCIAL

Este ministerio contaba con la Dirección de Salud Pública (Dirección General Sectorial de Salud) de la cual dependía la División de Higiene de los Alimentos.

Es a nivel de la División de Higiene de los Alimentos, la instancia administrativa donde se ha concentrado la amplia gama de actividades de control sobre la industria y los alimentos, de ésta han dependido los siguientes departamentos de control:

- 1.- Control de edificaciones y equipos.
- 2.- Registro de los alimentos e inspección.
- 3.- Control de establecimientos para consumo inmediato
- 4.- Control de alimentos, el cual ha desempeñado una de las actividades más complejas contando con el apoyo del Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel" que ha sido el laboratorio oficial de M.S.A.S, el IVIC y otros laboratorios regionales.

Estos departamentos han estado supervisados y evaluados a través de la Secretaria de Supervisión y Evaluación.

## ATRIBUCIONES DE LA DIVISIÓN DE HIGIENE DE LOS ALIMENTOS.

- 1.- Aprobar las condiciones higiénicas de los ambientes para fabricación, almacenaje transporte y expendio de alimentos.
- 2.- Organizar el registro de alimentos y autorizar o prohibir su fabricación, importación, almacenamiento y expendio.
- 3.- Aprobar los utensilios, materiales, envases, envoltorios, empaques, relacionados con la fabricación y manejo de los alimentos.
- 4.- Aprobar las etiquetas o rótulos.
- 5.- Imponer sanciones y ordenar comiso preventivo y desnaturalización o destrucción de alimentos.

## INSTANCIAS ADMINISTRATIVAS DE INTERÉS A NIVEL REGIONAL

- 1.- Región Sanitaria que abarcaba varios estados del país.
- 2.- Sub-región Sanitaria dependía de la región sanitaria y abarcaba un estado en particular.
- 3.- Comisionaduría de Salud dependía de la sub-región y abarcaba



igualmente un estado, tenía funciones epidemiológicas y de control de alimentos. A este nivel existía Departamento de Higiene de los Alimentos.

- 4.- Distritos Sanitarios que dependían de la Comisionaduría de Salud y desempeñaban funciones tanto de servicio epidemiológico como de servicio de inspección.

El Servicio de Inspección ejercía una supervisión directa sobre: industrias procesadoras de alimentos, almacenes, mercados, restaurantes, negocios ambulantes y sobre los alimentos en particular.

Las instancias administrativas regionales también eran supervisadas y evaluadas por Secretaría de Supervisión y Evaluación de la División de Higiene de los Alimentos.

### **REGLAMENTO GENERAL DE ALIMENTOS (1959)**

El instrumento legal de mayor interés con que contaba el M.S.A.S es el "Reglamento General de Alimentos".

Concretamente se hace referencia a lo establecido en el capítulo VII artículos 30, 31, 32, 33, 34, 35 y 36 que establecen los trámites que se deben cumplir ante el M.S.A.S, relacionados con el registro sanitario y por lo tanto la autorización para consumo, lo cual permite su comercialización en Venezuela.

## **REGLAMENTO GENERAL DE ALIMENTOS**

### **CAPÍTULO VII**

#### **REGISTRO DE ALIMENTOS**

**Artículo 30:** Con excepción de los casos especialmente determinados por el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, los alimentos nacionales o extranjeros serán sometidos al registro antes de su importación o fabricación, salvo que se tratare de muestras que sean importadas con el fin de solicitar el registro.

**Artículo 31:** La solicitud para obtener el registro a que se refiere el artículo anterior se dirigirá al Ministerio de Sanidad y Asistencia Social por el productor o persona que legalmente lo represente; y deberá contener:

- 1.- Nombre y marca del producto.
- 2.- Denominación comercial, domicilio y dirección de fabricante y envasador, cuando sean éstas personas distintas.
- 3.- Indicación de los ingredientes que componen el producto.

- 4.- Estimación aproximada del tiempo durante el cual el producto se conserva en buen estado, a partir de la fecha en la cual haya sido envasado.

- 5.- Naturaleza de los materiales empleados en la manufactura de los envases o envoltorios.

**Artículo 32:** La solicitud antes descrita deberá ser acompañada de los siguientes recaudos:

- 1.- Tres (3) muestras del producto.
- 2.- Dos (2) ejemplares del proyecto de rótulo, prospecto y otros impresos destinados a ilustrar al público.
- 3.- Cuando se trate de alimentos elaborados en el exterior, certificado expedido por la autoridad competente del país de origen, autenticado por las autoridades consulares venezolanas acreditadas en dicho país, en donde se haga constar que el alimento cuya importación se pretende ha sido autorizado para el consumo humano en el país de donde procede. Estos certificados caducarán a los seis meses de su expedición.
- 4.- Cualquier otro elemento de juicio que considere necesario el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social.

**Artículo 33:** Los alimentos que se produzcan o importen en diferentes calidades o categorías, requieren solicitudes y autorizaciones distintas para cada una de ellas.

**Artículo 34:** Admitida la solicitud, la oficina respectiva expedirá una planilla a favor del Fisco Nacional y no se dará curso a la petición hasta tanto el comprobante de pago expedido por la oficina receptora de Fondos Nacionales no se haya agregado al expediente.

Cumplida la anterior formalidad se procederá al estudio de la solicitud, valiéndose para ello de los medios que se estimen convenientes y de los exámenes de laboratorio cuando fueren necesarios.

Cuando el alimento sea producido en el país se verificará necesariamente las condiciones de su elaboración.

**Artículo 35:** Si la solicitud fuere decidida favorablemente, se inscribirá el alimento en el registro correspondiente y se autorizará su consumo mediante Resolución pública de la GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA DE VENEZUELA.

La autorización estará sujeta a revisión y podrá ser cancelada en cualquier momento por infracciones de este reglamento o cuando las autoridades



sanitarias tengan cualquier otro motivo justificado para ello.

**Artículo 36:** Cuando el productor o importador de un alimento registrado traspase la propiedad o representación de éste a otra persona, deberá comunicarlo al Ministerio de Sanidad y Asistencia Social.

## 2.-MINISTERIO DE FOMENTO

Este ministerio contaba con la Dirección General de las Industrias de la cual ha dependido la Dirección de Normalización y Certificación de Calidad.

La Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) ha sido una comisión permanente asesora del Ministerio de Fomento en materias de normas y certificación de calidad (COVENIN, 1975).

COVENIN ha estado integrada por seis (6) Ministerios entre los cuales estaba el de Sanidad y Asistencia Social (lo cual garantizaba cumplimiento en cada "norma COVENIN" de lo establecido en el Reglamento General de Alimentos de M.S.A.S), seis (6) institutos especializados, seis (6) Asociaciones de Industriales y tres (3) representantes del Fondo para la Normalización y Certificación de Calidad. (FONDONORMA)

Además de COVENIN los organismos de normalización han estado constituidos por los Comités, Sub-comités y Grupos de Trabajo; correspondiendo el CT10 al comité de alimentos y el Sub-comité CT10/SC5 a carne y productos cárnicos.

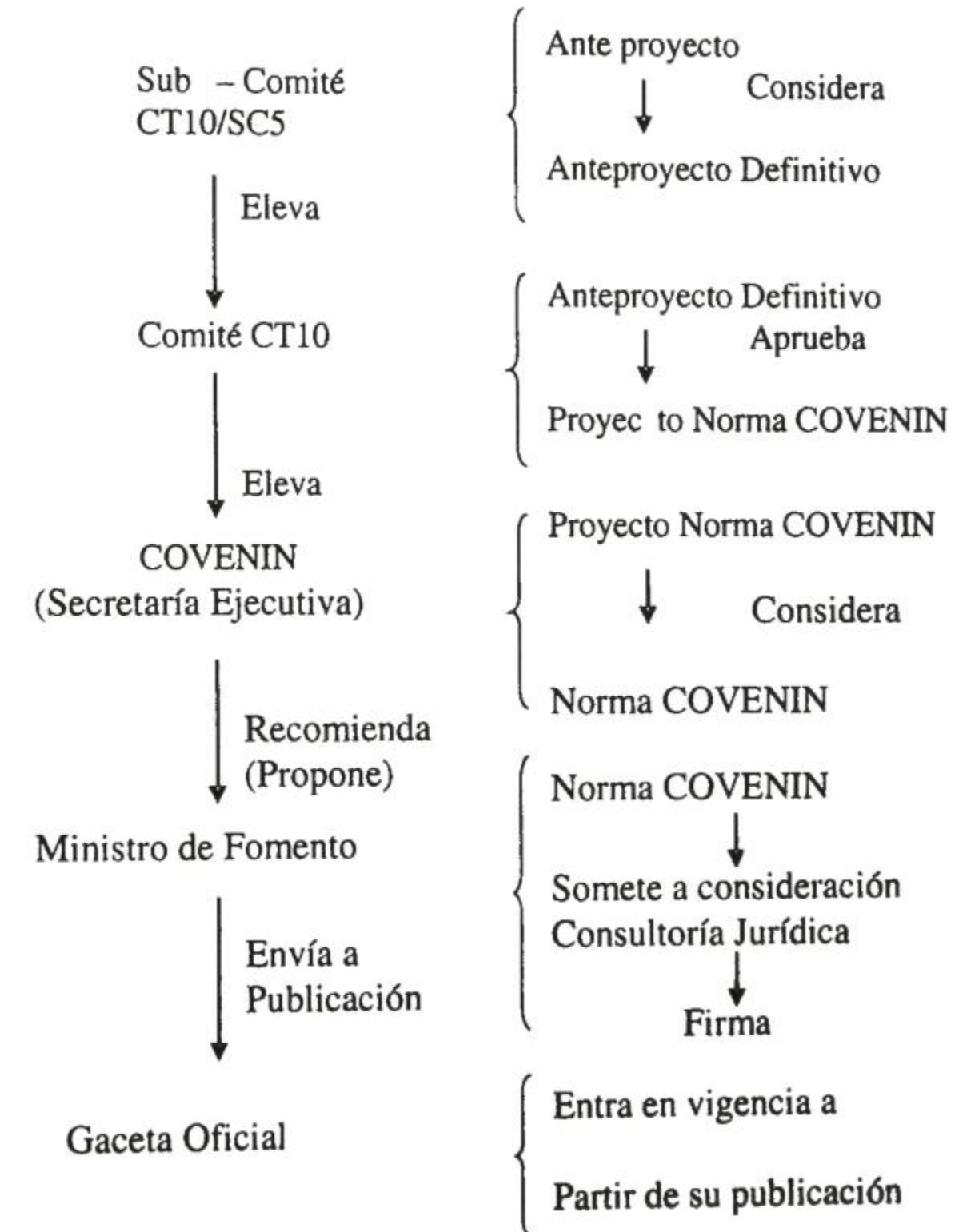
Los comités, Sub-comités y grupos de trabajo han estado integrados con representación de:

- 1.- Industriales
- 2.- Comerciantes
- 3.- Prestatarios de servicio
- 4.- Consumidores
- 5.- Técnicos al servicio del estado
- 6.- Profesionales y técnicos de universidades e institutos de investigación.

### Etapas en la elaboración de una Norma COVENIN

Una vez que un anteproyecto de norma estaba listo se entregaba a cada uno de los miembros del Sub- comité respectivo (en este caso al CT10/SC5), quienes lo podían considerar a nivel de la organización que representaba, teniendo un plazo de 40 días para apelar al respecto. Cumplido el plazo, el anteproyecto volvía a ser considerado a nivel de Sub-comité, donde después de

su consideración era elevado como anteproyecto definitivo, al Comité respectivo (en este caso al CT10), donde era aprobado como proyecto y elevado a la Secretaría Ejecutiva COVENIN, siendo considerado en COVENIN como proyecto norma COVENIN, recomendada o proponía al Ministro de Fomento, quien después de someterla a consideración de la Consultoría Jurídica del Ministerio de Fomento, firmaba al respecto. La norma entraba en vigencia después de su publicación en Gaceta Oficial.



Esquema 6. Etapas en la elaboración de una norma COVENIN para un producto cárnico.

### Contenido de la norma COVENIN para un producto cárnico

En términos generales la Norma COVENIN para un producto contiene lo siguiente:



## 1.- Normas COVENIN a consultar.

Agrupar la referencia de las Normas COVENIN que se relacionan con el producto, es decir, con sus materias primas, sus determinaciones físico-químicas y microbiológicas.

## 2.- Objeto.

El objeto agrupa los aspectos generales del producto, tratados en la norma.

## 3.- Definiciones.

Se refiere a la definición, incluyendo aspectos importantes relacionados con el producto, sus componentes y tratamientos tecnológicos.

## 4.- Materiales de fabricación.

Se refiere a las materias primas que deben ser utilizadas en la elaboración del producto y las especificaciones de cada una de ellas.

## 5.- Clasificación

Cuando se refiere a productos que tienen diferentes tipos o cualidades indicando los aspectos específicos referidos a cada tipo en particular.

## 6.- Requisitos.

Se refiere a los requisitos que debe llenar el producto final a ser comercializado y comprende los requisitos:

- .- Organolépticos
- .- Químicos
- .- Físicos
- .- Microbiológicos.

## 7.- Inspección y recepción.

Este aspecto ofrece una guía al consumidor para determinar la calidad de lotes aislados a ser comercializados.

## 8.- Envases, marcación y rotulación.

### 8.1.- Envases.

8.1.1.- De acuerdo a las características específicas de cada producto se establecen las especificaciones para el tipo de envase o envoltorio que será utilizado para su comercialización y los cuales deberán ser aprobados por el organismo competente.

### 8.2.- Marcación y rotulación

8.2.1.- Los envases deberán identificarse mediante un rótulo que contenga en forma clara y legible la siguiente información:

a) Marca comercial

b) Nombre del producto: indicando su nombre genérico y tipo en caso de que existan varios tipos (clasificación).

c) Declaración de los ingredientes en orden decreciente a su participación en el producto. La presencia de aditivos tiene que ser declarada citándose claramente el nombre del compuesto usado.

d) Número de registro sanitario.

e) Código del lote de producción.

f) Peso neto (en gramos o kilogramos).

g) Precio de venta al público (P.V.P) cuando tenga que declararse por unidad según reglamentación oficial. Código de barra.

h) Nombre y dirección del fabricante.

i) Número de registro del Servicio Nacional de Metrología (S.N.M) ahora código producto envasado (CPE).

j) La leyenda "Hecho en Venezuela" cuando sea producida en el país.

8.2.2.- Las inscripciones deberán ser hechas en forma tal que no desaparezcan bajo condiciones normales de uso.

## 9.- Bibliografía.

Se refiere a reportar las referencias que fueron tomadas en cuenta para la elaboración de la norma.

Ley de Metrología(1980).

La ley establece el sistema legal de medida en el territorio nacional.

También refiere al Servicio Nacional de Metrología como el órgano oficial que interviene directamente en el control de la presentación y medidas relacionadas con los productos envasados.

Al efecto se transcriben los artículos 28, 29, Y 30 de la citada ley:

### Artículo 28:

No estará permitida la venta de productos previamente envasados, si los envases que los contienen no llevan, en forma indeleble y en lugar visible, la indicación del contenido nominal neto de sustancia envasada en unidades del sistema legal. En los casos de exportación el servicio Nacional de Metrología podrá autorizar que se indique el contenido nominal neto en otras unidades. El servicio Nacional de Metrología señalará para cada caso, los márgenes de tolerancia admisible entre los contenidos real o efectivo y el nominal indicado. En todo caso el límite de tolerancia no será mayor al costo del envase.



**Artículo 29:**

El Servicio Nacional de Metrología llevará un registro de productos envasados a fin de controlar las presentaciones de los mismos y de que estos cumplan los requisitos exigidos por la ley.

**Artículo 30:**

El Servicio Nacional de Metrología podrá determinar, respecto a productos envasados de venta masiva, el número máximo y el mínimo de presentaciones que deberán ofrecerse para el abastecimiento normal del mercado y para la simplificación de la comercialización del producto.

### REQUISITOS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS PRODUCTOS CÁRNICOS QUE VAN AL MERCADO

A continuación se presentan las tablas de requisitos químicos y microbiológicos para algunos productos cárnicos, que según las normas COVENIN deben cumplir para poder permanecer en el mercado.

**Producto: Salchichas Cocidas****Tabla 6. Requisitos Químicos (a nivel de planta)**

Características	Salchichas Incluidas en el Punto 5.1	Salchichas Incluidas en el Punto 5.2	Método de Ensayo
Humedad + grasa (%) máx	87	87	COVENIN 1120 COVENIN 1219
Proteínas (%) min.	11*	11**	COVENIN 1218
Cenizas (%) max.	6	6	COVENIN 1220
Nitritos y/o nitratos de sodio y/o potasio expresados como nitrito de sodio (mg/kg), máx.	180	180	COVENIN 1221
Fosfatos totales expresados como P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg), máx.	10000	10000	COVENIN 1178
Ácidos ascórbico, isoascórbico y sus sales sódicas (mg/kg) max.	500	500	COVENIN 1295
Glutamato monosódico (%) máx.	0.3	0.3	COVENIN 2133

Nota: El promedio de cinco (5) unidades de comercialización deberá estar dentro de los requisitos establecidos en la Tabla 6.

(\*) Mínimo el 80% de las proteínas presentes tienen que ser de origen cárnico muscular.

(\*\*) Mínimo el 50% de las proteínas presentes tiene que ser de origen cárnico muscular.

Fuente: Covenin 412-87.

Las salchichas cocidas se clasifican según su composición química en:

5.1.- Frankfurt, Wiener, Knackwurst, Bologna, Polaca, Debrecziner, Lyoner y cualquier otra denominación aceptada por la autoridad sanitaria, a las cuales se les permite la adición de aglutinantes proteicos y/o hidrocbonatos hasta 3,5 % del peso neto escurrido del producto terminado, sin la adición de cuero de cerdo ni vísceras comestibles.

5.2.- Perro caliente, Viena, cóctel y cualquier otra denominación aceptada por la autoridad sanitaria, a las cuales se les permite la adición de aglutinantes proteicos y/o hidrocbonatos hasta un 10% del peso neto escurrido del producto terminado con la adición o no de cuero de cerdo y vísceras comestibles.

Dentro de este 10% se permite la adición de aglutinantes proteicos en cantidades que no excedan el 3% del producto terminado.

**Producto: Salchichas Cocidas****Tabla 7. Requisitos Microbiológicos (a Nivel de Planta)**

Características	N	c	Limite		Método de Ensayo
			m	M	
Aerobios mesófilos ( ufc/ g(*)	5	2	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>	COVENIN 402
Mohos (ufc/g (*)	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	COVENIN 1337
Levaduras (ufc/g (*)	5	2	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	COVENIN 1337
Coliformes fecales ( NMP/g ) (*)	5	2	< 3**	10	COVENIN 1104
<u>Salmonella</u> en 25 g	5	0	0	-	COVENIN 1291
<u>Staphylococcus aureus</u> (Coagulasa positivo (ufc/g)	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	COVENIN 1291
<u>Clostridium perfringens</u> (ufc/g) (*)	5	2	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	COVENIN 1552
<u>Bacillus cereus</u> (ufc/g(*)	5	2	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>	COVENIN 1644

Donde:

n= Número de muestras del lote

c = Número de muestras defectuosas

m = Limite mínimo

M = Limite máximo

(\*) = Los requisitos para estas características tendrán carácter de recomendación, según lo establecido en la norma venezolana COVENIN 409

(\*\*) Significa ningún tubo positivo según la técnica del Número más probable (NMP), serie de tres tubos.

Fuente: COVENIN 412-87



**Producto Mortadela****TABLA N° 8. Requisitos químicos (\*)**

Características	Requisitos				Método de Ensayo
	Superior	Extra	Especial	Económico	
Humedad ** (%) max	87	86	85	85	COVENIN 1120
Proteínas de origen animal (%), min.	12	12	(11)	10	COVENIN 1218
Grasa (%), max	32	35	35	40	COVENIN 1219
Cenizas (%), max	5	5	5	5	COVENIN 1220
Nitratos y Nitritos de sodio y/o Potasio Exp. como Nitrito de Sodio (mg/Kg), max.	180	180	180	180	COVENIN 1221
Fosfato totales: Mono, di y polifosfato de sodio y/o potasio Exp. como P <sub>2</sub> O (mg/Kg), máx.	5000	5000	5000	5000	COVENIN 1178
Acido Ascórbico, isoascorbico y sus sales sódicas (mg/Kg), max.	500	500	500	500	COVENIN 1295

\* NIVEL DE PLANTA

\*\* Humedad + Grasa

Fuente: COVENIN 1944 - 82

**PRODUCTO: Mortadela****TABLA N° 9. Requisitos Microbiológicos (a nivel de planta)**

Característica	N	C	Limite		Método de Ensayo
			n	M	
Aerobios mesófilos (ufc/g) (*)	5	2	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>	COVENIN 902
Hongos (ufc/g) (*)	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	COVENIN 1337
Levaduras (ufc/g) (*)	5	2	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	COVENIN 1337
Coliformes fecales (NMP/g)*	5	2	<3**	10	COVENIN 1104
<u>Salmonella</u> en 25 g	5	0	0		COVENIN 1291
<u>Staphylococcus aureus</u> ufc/g	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	COVENIN 1292
<u>Clostridium Perfringens</u> (ufc/g) (*)	5	2	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	COVENIN 1552
<u>Bacillus cereus</u> (ufc/g) (*)	5	2	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>	COVENIN 1644

Donde:

n= Número de muestras del lote

c = Número de muestras defectuosas

m = Límite mínimo

M = Límite máximo

(\*) = Los requisitos para estas características tendrán carácter de recomendación.

(\*\*) Significa ningún tubo positivo según la técnica del Número más probable (serie de tres tubos).

Fuente: COVENIN 412-82



**Producto: Salchichón****TABLA N° 10. Requisitos Químicos (\*)**

Características	Requisito	Método de Ensayo
Humedad + grasa (%) máx	87	COVENIN 1120
Grasa (%) máx	50	COVENIN 1219
Proteína (%) mín.	18	COVENIN 1218
Cenizas (%) máx	7	COVENIN 1220
Nitratos y Nitritos, expresados como nitrito de sodio (mg/Kg) máx.	200	COVENIN 1222
Fosfatos totales, expresados como P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/Kg) máx	10000	COVENIN 1178
Ácido ascórbico, isoascórbico o sus sales expresado como ácido ascórbico (mg/Kg) máx.	500	COVENIN 1295

\*A nivel de planta

Fuente: COVENIN 1410-84

**Producto: Salchichón****TABLA N° 11: Requisitos Microbiológicos (a nivel de planta)**

Característica	n	C	Límite		Método de Ensayo
			n	M	
Coliformes fecales (NMP/g),(1),(2)	5	2	4	43(*)	COVENIN 1104
<i>Staphylococcus aureus</i> ufc/g	5	2	102	103	COVENIN 1292
<i>Clostridium Perfringens</i> (ufc/g) (1)	5	2	103	104	COVENIN 1552
<i>Bacillus cereus</i> (ufc/g) (1)	5	2	103	104	COVENIN 1644
<i>Salmonella</i> en 25 g de muestra	5	0	0	---	COVENIN 1291

Donde:

n= Número de muestras del lote

c= Número de muestras defectuosas

m= Limite inferior

M= Limite superior

(1) = Con carácter de recomendación, según la norma COVENIN 409.

(2) = Según la técnica del Número Más Probable (NMP), serie de tres tubos.

(\*) = Este valor significa que la siguiente dilución es positiva en la tabla del NMP para tres tubos, (100) corresponde a 4 y (3 1 0) corresponde a 43.

Fuente: COVENIN 1410-84



**Producto: Jamón Cocido****Tabla 12. Requisitos Químicos**

Características	Requisito	Método de Ensayo
Proteínas de origen animal % (p/p)	min. 15,5 (*)	COVENIN 1218
Cenizas % (p/p)	máx. 5	COVENIN 1220
Nitratos y Nitritos de sodio y/o potasio expresados como nitrito de sodio (mg/Kg).	Máx. 180 (**)	COVENIN 1222
Fosfatos: mono, di y polifosfatos de sodio y/o potasio, expresado como $P_2O_5$ (mg/Kg)	máx. 5000	COVENIN 1178
Ácidos ascórbico, isoascórbico y sus sales sódicas (mg/Kg)	máx. 500	COVENIN 1295

\* Base desgrasada

\*\* Sujeto a modificación de acuerdo a la información que pueda obtenerse de nuevas investigaciones

Fuente: COVENIN 1602-80

**Producto: Jamón Cocido****Tabla N° 13. Requisitos Microbiológicos (\*)**

Características	Requisito	Método de Ensayo
<u>Escherichia coli</u>	De 5 muestras ninguna puede tener más de 10 gérmenes/g.	COVENIN 1104
<u>Staphylococcus</u> Coagulasa positiva	De 5 muestras solo 2 pueden tener entre 10 y $10^2$ gérmenes/g.	COVENIN 1292
<u>Salmonella</u>	Ausente en 5 muestras de 25 g.	COVENIN 1291
<u>Clostridium</u> <u>Perfringens</u>	De 5 muestras ninguna puede tener más de $10^3$ gérmenes/g.	COVENIN 1552

\* A nivel de planta

Fuente: COVENIN 1602-80

**Producto: Jamón Endiabado****Tabla 14. Requisitos Químicos**

Características	Requisito	Método de Ensayo
Proteínas de origen animal % (p/p)	min 12,5	COVENIN 1218
Grasa % (p/p)	máx. 35,0	COVENIN 1219
Humedad + grasa % (p/p)	máx 85,0	COVENIN 1120
Humedad /proteína % (p/p)	máx. 4,80	COVENIN 1120
Ceniza % (p/p)	máx 4,00	COVENIN 1220
Sal % (p/p)	máx 3,00	COVENIN 1223
Nitratos y Nitritos expresados como nitrito de sodio (mg/Kg).	máx. 125	COVENIN 1222
Ácidos ascórbico, isoascórbico y sus sales sódicas (mg/Kg)	máx. 500	COVENIN 1295
Fosfatos totales expresado como $P_2O_5$ (mg/Kg)	máx. 5000	COVENIN 1178

Fuente: COVENIN 1784-81

**Microbiológicos**

El resultado de la prueba de esterilidad comercial deberá ser negativo, determinado según lo establecido en la norma Venezolana COVENIN 10: 3 005. (COVENIN 1784 - 81).

**FONDO PARA LA NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE CALIDAD**

FONDONORMA, es una Asociación Civil, sin fines de lucro, con personalidad jurídica y patrimonio propio, creada en septiembre de 1973 para promover las actividades de normalización y Certificación de la Calidad con la intención de estimular la competitividad del sector productivo venezolano.

Bajo esa orientación, coordina la elaboración de Normas Venezolanas COVENIN, con el respaldo de los sectores público y privado. Certifica los sistemas de gestión de empresas, y la calidad de productos y servicios, con instrumentos de valor internacional como los certificados ISO 9000 y 14000,



OHSAS 18001, HACCP, la Marca NORVEN, la Marca de Conformidad FONDONORMA, el CERTIVE y el sello FONDONORMA de servicios.

En representación del país, FONDONORMA es miembro activo de la Organización Internacional para la Normalización (ISO), de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT) y de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC). Así mismo es miembro de la principal red internacional de organismos de certificación "The International Certification Network (IQNet).

Entre los objetivos de FONDONORMA destacan dos:

1.- Ejecutar el proceso de elaboración de las normas técnicas que sean necesarias para el desarrollo del país conforme a las directrices y a los esquemas rectores nacionales e internacionales en materia de normalización, crear comités y subcomités técnicos de normalización y otros órganos de estudio, evaluación y control por sectores de actividad y armonizar los resultados correspondientes.

2.- Diseñar y brindar servicios de certificaciones, acordes con los lineamientos establecidos en el ámbito internacional y las disposiciones establecidas por el organismo nacional competente.

### **ALGUNOS AJUSTES QUE HAN OCURRIDO CON RELACIÓN AL TEMA DEL CONTROL OFICIAL.**

El presente aparte tiene por objeto dejar la inquietud del lector en relación a recientes cambios que se vienen dando tanto a nivel institucional como a nivel de estrategias en el control oficial y por tanto inducirlo a mantenerse atento a las fuentes de información relacionadas con esos cambios.

En tal sentido se puede adelantar lo siguiente:

.- Ya no existe el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social (M.S.A.S.) y en su lugar surgió el Ministerio de Salud y Desarrollo Social (MSDS) que también desaparece para dar paso al Ministerio de Salud (MS), cuyo organigrama se encuentra en etapa de reestructuración tanto a nivel nacional como regional. El más reciente es el Ministerio del Poder Popular para la Salud.

.- En octubre de 2002 se trató en 2da discusión en la Asamblea Nacional el Proyecto de Ley Orgánica de Salud que señala las competencias del sistema público nacional de salud en materia de control de alimentos.

.- Entre los proyectos de disposiciones legales del año 2003 se destacan: las Normas de Buenas Prácticas de Higiene en la Preparación, expendio y servicio de alimentos y la revisión de las Normas Complementarias del

Reglamento General de Alimentos.

.- Actualmente se está planteando pasar de un sistema de control de alimentos reactivo a un sistema preventivo o proactivo, de punitivo o coercitivo a didáctico, abierto y que promueva el intercambio, de penalista y unilateral a uno de responsabilidades compartidas.

.- Dejó de existir el Ministerio de Fomento (MF) y en su lugar surgió el Ministerio de Producción y Comercio (MPC), que también desaparece para dar paso al Ministerio de Industrias Ligeras y Comercio (MILCO) al cual está adscrito SENCAMER.

El nombre SENCAMER comprende las siglas del Servicio Autónomo Nacional de normalización, Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos, se creó el 30 de diciembre de 1998 como producto de la fusión del servicio Autónomo Nacional de Metrología (SANAMET) y el Servicio Autónomo de Normalización y Certificación de Calidad (SENORCA). Dentro de sus funciones destaca el establecimiento de Reglamentos Técnicos.

### **LEY DEL SISTEMA VENEZOLANO PARA LA CALIDAD**

**Gaceta Oficial N° 37.543 de fecha 07 de octubre de 2002.**

Se debe destacar la importancia de esta ley, la cual incluye los alimentos. Dentro de la línea de mantener la inquietud del lector en relación con los cambios recientes que se vienen dando a nivel de control oficial, se incluyen los artículos 1 y 2 de la Ley del Sistema Venezolano para la Calidad.

#### **Artículo 1:**

Esta Ley tiene por objeto desarrollar los principios orientadores que en materia de calidad consagra la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, determinar sus bases políticas, y diseñar el marco legal que regule el Sistema Nacional para la Calidad. Asimismo, establecer los mecanismos necesarios que permitan garantizar los derechos de las personas a disponer de bienes y servicios de calidad en el país, a través de los subsistemas de normalización, Metrología, Acreditación, Certificación y Reglamentaciones Técnicas y Ensayos.

#### **Artículo 2:**

Los objetivos generales de la presente Ley son:

1.- Crear el Consejo Venezolano para la Calidad que asesore al Ejecutivo Nacional en la elaboración de políticas y directrices en materia de calidad.

2.- Establecer las disposiciones rectoras del Sistema Venezolano para la Calidad, con miras a sentar las bases para que todos sus integrantes desarrollen



sus actividades en pro de la competitividad nacional e internacional de la industria, el comercio, la producción de bienes y la prestación servicios, así como de la satisfacción de consumidores y usuarios.

3.- Establecer el alcance y los lineamientos de los subsistemas de Normalización, Metrología, Acreditación, Certificación y Reglamentaciones Técnicas y Ensayos, a los efectos de asegurar las actividades que éstos realizan y el óptimo funcionamiento del Sistema para la Gestión de la Calidad en el País.

4.- Estimular la calidad y la competitividad del Estado y de las empresas en cuanto a los servicios y los bienes que éstos proveen.

5.- Promover y asegurar la participación de todos los interesados en el funcionamiento del Sistema Venezolano de Calidad, como mecanismo para el continuo mejoramiento.

6.- Regular y controlar las actividades del Sistema Venezolano para la Calidad, que se realizan en el campo obligatorio referidas a la salud, seguridad, ambiente y prácticas que puedan inducir a error al consumidor o usuario y que por su naturaleza son de competencias del Poder Público Nacional.

7.- Establecer, Coordinar y promover las actividades del Sistema Venezolano para la Calidad, que se realizan en el ámbito voluntario; y.

8.- Fomentar la cooperación en materia de normas, reglamentaciones técnicas y procedimientos de evaluación de la conformidad con miras a facilitar el acceso a los mercados nacionales e internacionales y fortalecer lazos de confianza entre las partes involucradas.

Finalmente, se sugiere al lector mantenerse atento al surgimiento del Reglamento relacionado con esta ley.

## APENDICE

### DETERMINACIÓN DE LOS GRADOS SAL DE UNA SOLUCIÓN SALINA, POR MEDIO DEL SALÍMETRO (DENSÍMETRO) Y POR VÍA DE CÁLCULO

Este aspecto fue dejado para ser tratado como un apéndice, debido a que las unidades mas utilizadas por la industria en relación al mismo, tanto en temperatura (°F) como en volumen (galón) y peso (libra) son diferentes a las utilizadas en el cuerpo del libro cuando se trata sobre medida de los mismos parámetros.

#### Determinación de los grados de sal por medio del salímetro

En relación a esta medida se dan dos situaciones, una cuando la temperatura de la solución salina es de 60°F y otra cuando es superior o inferior a 60°F. Pues los salímetros son calibrados para reportar los grados sal a la temperatura de 60°F. Por tanto cuando este instrumento es utilizado en soluciones a temperaturas superiores o inferiores a 60°F, se requiere de la corrección de sus lecturas utilizando la tabla de corrección que se reporta en este anexo.

A objeto de ilustrar este aspecto se plantea la solución de un ejemplo que contempla las tres posibilidades de temperatura que puede tener una solución salina: igual, superior o inferior a 60 °F; el cual se puede resolver utilizando la tabla de corrección al respecto.

**Tabla de conversión para corregir lecturas de salmuera tomadas a temperaturas diferentes de 60 °F**

Lecturas Observadas en los Grados Sal (en el salímetro)	Sumar por cada °F sobre 60 °F	Restar por cada °F bajo 60 °F
8 – 15	0.074	0.053
16 – 30	0.089	0.065
31 – 45	0.114	0.082
46 – 60	0.121	0.097
61 – 75	0.128	0.110
76 – 90	0.136	0.116
91 – 100	0.137	0.116

Fuente: Rust y Olson (1973).



**Problema ejemplo:**

Se tienen tres soluciones salinas con temperaturas diferentes que reportan iguales grados sal al colocarles el salimetro:

- Solución A con 60°F y 70° sal
- Solución B con 75°F y 70° sal
- Solución C con 45°F y 70° sal.

Indicar los verdaderos grados sal que corresponden a cada una de las soluciones, corrigiendo los grados sal en las soluciones que así lo requieran.

**Solución del problema**

- La solución A reporta 70° sal y como la lectura fue tomada a 60° F se ratifica la lectura de 70° sal para esa solución.

- La solución B reporta 70° sal pero como la lectura fue tomada a 75°F es necesario corregir esa lectura para 60°F. Para esto se toman en cuenta los siguientes aspectos:

- a.- La lectura (70° sal) fue tomada a 15°F (75°F - 60°F = 15°F) por encima de 60°F.
- b.- La lectura (70° sal), está comprendida en el rango 61 - 75° sal de la tabla de corrección.
- c.- La columna identificada como "sumar por cada °F sobre 60°F" reporta en la tabla de corrección el valor 0,128 para el rango 61 - 75° sal.

Por tanto el valor corregido se calcula como sigue:

$$15^{\circ}\text{F} \times 0,128 = 1,92$$

$$70^{\circ}\text{Sal} + 1,92 = 71,92$$

La lectura corregida para 60°F de la solución B resulta ser 71,92° sal.

La solución C reporta 70° sal pero como la lectura fue tomada a 45°F es necesario corregir esa lectura para 60°F. Para esto se toman en cuenta los siguientes aspectos:

- a.- La lectura 70° sal fue tomada 15° F (60° F - 45° F = 15° F) por debajo de 60° F.
- b.- La lectura (70° sal) está comprendida en el rango 61 - 75° sal de la tabla de corrección.
- c.- La columna identificada como "restar por cada °F bajo 60° F", reporta en la tabla de corrección el valor 0,11 para el rango 61 - 75° sal.

Por tanto el valor corregido se calcula como sigue:

$$15^{\circ}\text{F} \times 0,11 = 1,65$$

$$70^{\circ}\text{sal} - 1,65 = 68,35$$

La lectura corregida para la solución C resulta ser 68,35° sal.

- Resumen de los valores reales de los grados sal para las soluciones salinas A, B y C.

Solución A = 70° sal.

Solución B = 71,92° sal

Solución C = 68,35° sal.

**Determinación de los grados sal por medio de cálculos numéricos**

Para determinar los grados sal por vía de cálculo es necesario conocer algunos datos indispensables.

1. El salimetro es un instrumento para medir los grados sal de una solución salina, calibrado a 60°F.
2. Una solución saturada de sal a 60°F corresponde a una concentración de 26,395% de sal (NaCl).
3. Una solución saturada de sal a 60°F, corresponde a 100 grados sal (100° sal).
4. Un galón de agua a 60°F pesa 8,328 libras.

**Problema ejemplo**

Si se disuelven 10 libras de sal en 5 galones de agua a 60 °F, ¿cuál será el valor correspondiente a los grados sal, que deberá reportar el salimetro una vez preparada esa solución?

**Respuesta:**

- 1.- Determinar las libras de solución

$$5 \text{ galones} \times 8,328 \text{ lb} = 41,64 \text{ lb de agua.}$$

$$41,64 \text{ lb de agua} + 10 \text{ lb de sal} = 51,64 \text{ libras de solución.}$$

- 2.- Determinar la concentración de sal en la solución calculada.

51,64 lb de solución	_____	10 lb de sal
100 lb de solución	_____	x



$$x = \frac{10 \text{ lb sal} \times 100 \text{ lb sol.}}{51,64 \text{ lb sol.}} = 19,36\%$$

La solución calculada tendrá 19,36% de sal.

3.- Determinar los grados sal para la solución calculada

$$26,395 \% \text{ sal} \quad \text{————} \quad 100^\circ \text{ sal}$$

$$19,36 \% \text{ sal} \quad \text{————} \quad x$$

$$x = \frac{19,36 \% \text{ sal} \times 100^\circ \text{ sal}}{26,395 \% \text{ sal}} = 73,35^\circ \text{ sal}$$

El salimetro deberá marcar 73,35° sal en la solución calculada para 60°F.

**Determinación de la concentración de sal a partir de los grados sal.**

**Problema:**

Se tiene una solución que reporta 73,35° sal a 60 °F. Determinar su % de sal.

**Solución del problema:**

Se conoce que una solución salina con 26,395% de sal a 60°F corresponde a 100° sal.

Entonces:

$$100^\circ \text{ sal} \quad \text{————} \quad 26,395\% \text{ sal}$$

$$73,35^\circ \text{ sal} \quad \text{————} \quad x$$

$$x = \frac{73,35^\circ \text{ sal} \times 26,345 \% \text{ sal}}{100^\circ \text{ sal}} = 19,36\% \text{ sal}$$

## BIBLIOGRAFÍA

- Arias, N. y García, M.A. 2004. *Respuesta Tecnológica de la Carne de Oveja (Ovis aries), en el Jamón Cocido y su Comparación con el Genérico*. Trabajo de Grado para Optar al Título de Magíster Scientiarum en Ingeniería Agroindustrial. UNELLEZ. 61 Pg.
- Bourgeois, C.M. y le Roux, P. 1986. *Proteínas Animales*. Editorial el Manual Moderno Menco, D.F.
- Bravermans, J. B. 1980. *Introducción a la Bioquímica de Alimentos*. Tercera Edición. Ediciones Omega S.A.
- Briskey E. J., Cassens, R.G. y and Marsh, B. B. 1970. *The Physiology and Biochemistry of Muscle as a Food 2*. The University of Wisconsin Press.
- Briskey E. J., Cassens, R.G. y and Trautman J. C. 1966. *The Physiology and Biochemistry of Muscle as a Food*. The University of Wisconsin Press.
- Cheftel J. C.; Cuq, J. L. y Lorient, D. 1989. *Proteínas Alimentarias*". Editorial Acribia.
- Cheftel, J. C. y Cheftel, H. 1980. *Introducción a la Bioquímica y Tecnología de Alimentos*. Volumen I. Editorial Acribia.
- Cohen, C. 1975. *The Protein Switch of Muscle Contraction*. *Scientific American*. Pp. 35-45.
- Coretti, K. 1971. *Embutidos Elaboración y Defectos*. Editorial Acribia.
- COVENIN 1410 84. *Salchichón*.
- COVENIN 1602 80. *Jamón Cocido*.
- COVENIN 1784 81. *Jamón Endiablado*.
- COVENIN 1944 82. *Mortadela*.
- COVENIN 1975. *Catálogo de Normas Venezolanas*. Ministerio de Fomento.
- COVENIN 412 87. *Salchichas Cocidas*.
- Cover, S. 1959. *Meat Cookery From the Scientific Viewpoint*. Proceedings of the Eleventh Research Conference Sponsored by the Research Advisory Council of the American Meat Institute Fundatun at the University of Chicago U.S.A.
- Dahl, O. 1976. *Industrialización de la Grasa de Animales de Abasto*. Editorial Acribia.
- De Rodríguez, B. M. y Martín, E. (1980). *Análisis de Alimentos* (Tomo I). U.C.V. O.B.E.
- Durand P. 1984. *Aditivos de Productos Cárnicos*. Noticiteca. Vol. 14. Nº 83.
- Effenbergeer, G. 1980. *Tripas Artificiales*. Editorial Acribia.
- Effenbergeer, G. y Schotte, K. 1972. *Empaquetado de la Carne y Productos Cárnicos*. Editorial Acribia.
- Escobar, V. y García, M. A. 2000. *Estudio de la Respuesta Tecnológica de la Pulpa de Cachama (Colossoma macropomum) en un Producto Emulsionado, Cocido y Ahumado*. Trabajo de Grado para optar al título de Magíster Scientiarum en Ingeniería Agroindustrial, UNELLEZ. 108. Pg.
- Forrest, J. C.; Aberle E. D.; Hedrik, H. B.; Judge, M.D. and Merkerel, R. A. 1975.



- Principles of Meat Science* W.H. Freeman and Company.
- Frey W. 1985. *Fabricación Fiable de Embutidos*. Editorial Acribia.
- Furia, T.E. 1975. *Hambook of Food Additives*. Second Edition. Published by CRC Press.
- García, M. A. Monagas D., N. A. 1974. *Índice Bruto de Carnosidad en Canales Bovinas*. Ganagrino N°35.
- García, M. A. 2005. *Comportamiento de la carne de cachama (Colossoma macropomum) ante tratamientos tecnológicos vinculados a la elaboración de productos moldeados y emulsionados*. UNELLEZ San Carlos. 83 Pg.
- Gerhardt, U. 1980. *Aditivos e Ingredientes*. Editorial Acribia.
- Gerwith Huber, D. and Regenstein, J. M. 1988. *Emulsion stability y studies of myosin and exhaustively washed muscle from adult chicken breast muscle*. Journal of food science. Vol. 53, N°5 P. 1282 1293.
- Guyton, A. C. 1971. *Textbook of Medical Physiology*. Fourth Edition W.B. Saunders Company.
- Herson, A. C. y Hulland, E. D. 1985. *Conservas Alimenticias*. Editorial Acribia.
- Huerta L. N., Smith, G. C. Carpenter, Z. L. y García O., M. 1979. *Efectos del Ablandamiento Mecánico por Lancetas sobre la Culinaria y Gustosidad de la Carne de Vaca*. Revista de la Facultad de Agronomía, Volumen 5:486 494. LUZ Maracaibo Venezuela.
- Karlson, P. 1967. *Manual de Bioquímica*. Segunda Edición. Editorial Marinsa.
- Klettner, P. G. 1978. *Actuales técnicas de ahumado en productos cárnicos*. Instituto de Tecnología del Departamento Federal de Investigación en Carnes, Kumbach; Director: F. Wirth Republica Federal de -Alemania. p. 47-52
- Kramlich, W. E.; Pearson, A. M. and Tauber, F.W. 1973. *Processed Meats*. the AVI. Publishing Company, INC.
- Kumazawa, Y. Numazawa, T., Seguro, K. and Mokoti, M. 1995. *Suppression of Surime Gel Setting by Transglutaminase Inhibitors*. Journal of Food Science Vol. 60 N°4 715 721.
- Lawrie, R. 1984. *Avances de la Ciencia de la Carne*. Editorial Acribia.
- Lawrie, R.A. 1974. *Meat Science*. Second Edition. Pergamon Press.
- Lee, C. M. 1984. *Surime Process Technology*. Food Technol 69: Noviembre. p. 68 80.
- Ley de Metrología. 1980. Gaceta Oficial. Año CVIII mes III Caracas. Martes 30 de Noviembre de 1980 N°2.717 Extraordinario.
- Linden, G. y Lorient, D. 1996. *Bioquímica Agroindustrial*. Editorial Acribia Zaragoza España. P. 193 y 194.
- Libby, J. A. 1975. *Meat Higiene*. Fourth Edition. Lea & Febiger. Philadelphia.
- Luque, M. A. y García M. A. 2001. *Explorar Condiciones Experimentales de Tecnología de Obtención de un Producto Tipo Bologna, a base de Pulpa de Cachama (Colossoma x Piaractus); Aplicando Metodología de Superficie de Respuesta*. Trabajo de Grado presentado para optar al título de Magíster Scientiarum en Ingeniería Agroindustrial. UNELLEZ. 137 Pg.
- Marshall W. H., Dotson T. S., Carpenter Z. L. and Smith G. C. 1975. *A Simple Method Ford Emulsion end Point Determinations*. Journal of Food Science. Volume 40: 896.
- Mielnik, J. and Slinde, E. 1983. *Sausage color measured by integrating sphere reflectance spectrophotometry when whole blood cured by nitrite added to sausage*. Journal of food science. VI: 48 p. 1723 1726.
- Möhler, K. 1973. *Formation of Curing Pigments by Chemical Biochemical or Enzymatic Reaction*. Proc. Int. Symp. Nitrite Meat Prod., Zeist, Prodoc. Wageningen.
- Möhler, K. 1980. *El Ahumado*. Editorial Acribia.
- Möhler, K. 1982. *El Curado*. Editorial Acribia.
- Morales, R. A. y García M. A. 2001. *Evaluación de la Respuesta Tecnológica del Jamón Cocido sometido a Diferentes Niveles Cloruro de Sodio, Fosfato de Sodio y Nitrito de Sodio usando Metodología de Superficie de Respuesta (M.S.R.)* Trabajo de Grado para optar al Título de Magíster Scientiarum en Ingeniería Agroindustrial. 79 Pg.
- Moreno E. J. Y García, M. A. 2000. *Variabilidad de la Respuesta Tecnológica de la Pulpa de Cachama (Colossoma macropomum) en Formulación de Salchichas*. Trabajo de Grado presentado para optar al título de Magíster Scientiarum en Ingeniería Agroindustrial. UNELLEZ, 79 Pg.
- Naskowa, G. L. 1978. *Microbiología de las Carnes Conservadas por Frío*. Editorial Acribia.
- Newman, P. 1980 1981. *The Separation of Meat From Bone A Review of the Mechanics and the Problems*. Meat Sci. 5: 171 200.
- Nickerson, J. T. y Sinskey, A. J. 1978. *Microbiología de Alimentos y sus Procesos de Elaboración*. Editorial Acribia.
- Ordoñez J. A.; Cambero, M. I.; Fernández L., García, M. L. De Fernando, G. G.; De la Hoz, L. y Selgas, M. D. 1998. *Tecnología de Alimentos*. Volumen II Alimentos de Origen Animal. Editorial Sintesis, S.A. España.
- Orr, H. and Wogar, W. 1979. *Emulsifying Characteristics and Composition of Mechanically Deboned Chicken Necks and Backs From Different Sources*. Poultry Sci. 58: 577 579.
- Palmero, J. y García, M. A. 2005. *Evaluación de la respuesta de la combinación de carne de chivo, cerdo y pollo en jamón cocido*. Trabajo de Grado para optar al título de Magíster Scientiarum en Ingeniería Agroindustrial. UNELLEZ. 100 Pg.
- Potter, N. 1973. *La Ciencia de los Alimentos*. Edutex S.A.
- Preussman, R. 1973. *Toxicity of Nitrite and N Nitroso Compounds*. Proc. Int. Symp Nitrite Meat Prod. Zeist, Prodoc. Wageningen.
- Piña, Q. D. y García, M.A. 2003. *Evaluación de la Respuesta de Jamón Endiablado elaborado con Carne de Oveja (Ovis aries) y su Comparación con el Genérico*. Trabajo de Grado para Optar al Título de Magíster Scientiarum en Ingeniería Agroindustrial. UNELLEZ. 106 Pg.
- Price, J. F.; and Schweigertt, B. S. 1971. *The Science of Meat and Meat Products*. Second Edition W.H. Freeman and Company.



- Rakosky, JR., J. 1976. *Soy Proteins Their Preparation and Use in Comminuted Meat Products*. Meat Hygiene Abstracts U.S.D.A. Consumer and Marketing Service. Vol. VIII N°6.
- Randall, G. J. 1977. *Use of Mechanically Deboned Poultry Meat in Meat Emulsions: A Review*. Can. Inst. Food Technol. J. Vol. 10 N°3, 147-152.
- Reglamento General de Alimentos. 1959. Ministerio de Sanidad y Asistencia Social. Editorial La Torre. Caracas Venezuela.
- Reichert, J. E. (1988). *Tratamiento Térmico de los Productos Cárnicos*. Editorial Acribia.
- Romans, J. R. y Ziegler, P. T. 1974. *The Meat we eat*. Tenth Edition. The Interstate Printers & Publisher, Inc. Dawville Illinois.
- Rosales Urbina J. E., Armas López, R. y Salom, R. *La Carne Bovina*. ASOCEBÚ.
- Russ, E. 1996. *Productos de Proteína de Soya y sus Usos en Sistemas de Carne Procesada*. Soya Noticias. 245 pp. 1-4.
- Rust, R. E. and Olson, D. G. 1973. *Meat Curing. Principales and Modern Practice*. Copy Right by Koch Suplies Inc. Litthographecolin U.S.A. P. 30.
- Sakamoto, H., Kumazawa, Y., Toiguchi, S., Seguro, K., Soeda, T. and Motoki, M. 1995. *Gel Strength Enhancement by Addition of Microbial Transglutaminase During Onshore Surimi Manufacture*. Journal of Food Science. Vol. 60, N° 2: 300-304.
- Sanz Egaña, C. 1967. *Enciclopedia de la Carne*. Segunda Edición. España Calpes S.A.
- Schiffner, E.; Hagedorn, W. y Oppel, K. 1978. *Cultivos Bacterianos par las Industrias Carnicas*. Editorial Acribia.
- Schnell, P. G., Vadehra, P. V. AND Baker, R. C. 1970. *Mechanism of Binding Chunks of Meat*. Effect of Physical Chemical Treatments. Can. Inst. Food Tech J. 3 (2): 44.
- Smith, G. C.; King, G. T. and Carpenter, Z. L. 1975. *Laboratory Manual for Meat Science*. First Edition Howard Kemp Printing, Inc. 1508 Ennis, Houston Texas.
- Stryer, L. 1976. *Bioquímica*. Editorial Reverte. Venezolana S.A.
- Suzuki, T. 1987. *Tecnología de las Proteínas del Pescado y Krill*. Editorial Acribia, S.A.
- Swift, C. E., Lockett, C. and Fryar A. J. 1961. *Comminuted Meat Emulsions. The Capacity of Meat for Emulsifying Fat*. Food Technol. 15:468.
- Thompson C. A. 1975. *Food Microbiology*. Seminary in Texas A & M University College Station, Texas U.S.A.
- Tinedo V. y García, M. A. 2002. *Evaluación de la Respuesta Tecnológica de la Pulpa de Pescado San Pedro (Caquetaria kraussii) sometida a diferentes formulaciones orientadas a la elaboración de salchicha tipo emulsión cocida*. Trabajo de Grado para optar al título de Magíster Scientiarum en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. 97 Pg.
- Topel, D. G. 1972. *A Review of Animal Physiology and The Porcine Sters Syndrome in Relation to Meat Duality*. The Proceedings of the Pork Quality Symposium.
- Ulrich, G. 1980. *Aditivos e Ingredientes*. Editorial Acribia.
- Varnam, A. H. Y Sutherland J. P. 1998. *Carne y Productos Cárnicos Tecnología Química y Microbiología*. Editorial Acribia. S.A. Zaragoza (España). P. 198.

- Visier, A. A. 1980. *Industria de la Carne*. Editorial AEDOS.
- Weinling, H. 1973. *Tecnología Práctica de la Carne*. Editorial Acribia.
- Weiss, T. J. 1979. *Food Oils and their Uses*. The AVI Publishing Company.
- Wirth, F. 1992. *Tecnología de los Embutidos Escaldados*. Editorial Acribia, S.A.
- Wirth, F. J.; Leistner, L. y Rodel, W. 1981. *Valores Normativos de la Tecnología Carnica*. Editorial Acribia.
- Zeigler, G. R. and Acton, J. C. 1984. *Mechanisms of Gel Formation by Proteins of Muscle Tissue*. Food Technol 77: p. 69-80.

RESERVA

RESERVA