

32  
29



**Universidad Nacional Autónoma de México**

**FACULTAD DE QUIMICA**

**ELABORACION DE JAMON ENLATADO COMO  
ALTERNATIVA DE NUEVOS DESARROLLOS  
EN LA INDUSTRIA CARNICA EN MEXICO**



**T E S I S**

**EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUIMICA**

Para obtener el título de  
**QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO**

presentan

**ADELAIDA HARRISON LAFUENTE  
MARIA DE LOS ANGELES YUDICO ROMO**



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

México, D. F.

1988



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# I N D I C E

I	OBJETIVOS -----	1
II	INTRODUCCION -----	2
	2.1 Situación general de la Industria de Cárnicos en México.-----	2
	2.2 Necesidad de elaborar un producto enlatado -----	7
III	GENERALIDADES -----	8
	3.1 Carne -----	8
	3.1.1 Abastecimientos, cortes y usos ----	8
	3.1.2 Características físicas y químicas -----	12
	3.1.3 Microbiología de la carne -----	16
	3.2 Jamón -----	28
	3.2.1 Definición -----	28
	3.2.2 Proceso tradicional de elaboración	28
	3.2.3 Microbiología -----	35
	3.3 Legislación actual -----	36
	3.4 Enlatado -----	41
	3.4.1 Fundamento -----	43
	3.4.2 Envases utilizados en alimentos----	48
	3.4.3 Proceso de enlatado -----	51
	3.4.4 Alteración de los alimentos sometidos a tratamientos térmicos--	61
IV	DESARROLLO EXPERIMENTAL -----	68
	4.1 Selección de ingredientes para la formulación base -----	69

4.2	Adaptación de la formulación base -----	74
4.3	Evaluación del producto obtenido -----	83
V	RESULTADOS -----	85
5.1	Formulación base -----	85
5.1.1	Resultado de los análisis practicados a la carne -----	85
5.1.2	Evaluación sensorial del jamón --	89
5.2	Formulación adaptada -----	89
5.2.1	Análisis realizados -----	89
5.3	Evaluación de nitritos -----	100
5.4	Estudio económico -----	101
5.4.1	Costo del jamón elaborado por el método tradicional -----	101
5.4.2	Costo del jamón enlatado -----	102
VI	ANÁLISIS DE RESULTADOS -----	104
6.1	Materia prima -----	104
6.2	Formulaciones -----	106
6.3	Producto final -----	108
VII	CONCLUSIONES -----	111
VIII	ANEXOS -----	112
8.1	Determinaciones físicoquímicas -----	112
8.2	Determinaciones microbiológicas -----	120
8.3	Determinaciones sensoriales -----	124
IX	BIBLIOGRAFIA -----	125

## I OBJETIVO

El objetivo fundamental de este trabajo, es formular un jamón, en una presentación que permita ampliar su vida de anaquel sin necesidad de refrigerar y así, permitir su distribución en áreas que carecen de infraestructura para elaborar y comercializar adecuadamente este alimento.

En el caso de jamón cocido, estamos hablando de zonas que no cuentan con una empacadora de carne cercana y que debido a sus bajos recursos, no son capaces de mantener la cadena de distribución a bajas temperaturas durante todo el proceso de comercialización.

Por estar enfocados a zonas del país de escasos recursos, no se pretende elevar los costos con una operación variable en el proceso, sino de substituir o incluso disminuir algunas operaciones del proceso de elaboración normal del jamón.

Disminuir la cantidad de nitritos residuales en el producto terminado, aplicando un tratamiento térmico severo, y por lo tanto disminuir el riesgo toxicológico de éstos.

## II INTRODUCCION

### 2.1 Situación general de la Industria de cárnicos y embutidos en México.

Para poder tener una visión más amplia de las necesidades del país, es necesario revisar la situación de la Industria cárnica en general.

La industria de la carne es aquella que transforma al ganado con el objeto de ofrecer en cualquier presentación, carne para el consumo final. Dentro de esta industria se incluye a los rastros municipales y de tipo de inspección federal (TIF), obradores y empresas productores de embutidos y carnes frías.

A lo largo de los años las empresas dedicadas a este renglón han variado en número como se indica en la siguiente tabla:

CLASE INDUSTRIAL	1970	1975	1979
MATANZA DE GANADO	882	721	760
PREPARACION DE LA			
CARNE	397	410	420

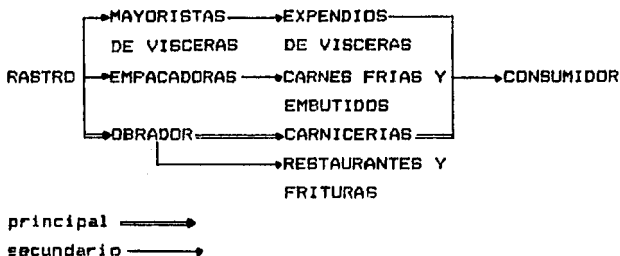
Según SARH, 1979

Al ser la carne de cerdo, la materia prima utilizada en la elaboración de jamón, nos enfocaremos a esta especie, por ser la que más interés presenta en nuestro caso.

En la explotación del ganado porcino existe una gran diversidad de criterios; existen por una parte las explotaciones intensivas y altamente tecnificadas y por otra, la explotación tradicional donde no existe control sobre la alimentación del animal ni de las técnicas de procreo. El ritmo de crecimiento de la especie está en función básicamente del grado de tecnificación y de su gran potencial reproductor.

Una vez obtenida la carne en canal, ésta se comercializa principalmente a través de los introductores. En el caso de la canal de cerdo, el proceso de comercialización se complica debido a que se trata de una especie 100% utilizable, por lo que sus derivados son mayores que en el caso de la canal de res.

Proceso de comercialización de porcinos en canales



Las empresas empacadoras de carnes frías y embutidos, se caracterizan por su heterogeneidad en cuanto a la estructura de la empresa, tanto técnica como de capital. Mientras que algunas trabajan a base de tecnología intensiva en capital y equipos modernos (aproximadamente 40), la gran mayoría utilizan técnicas semiartesanales, aunque la tendencia actual es tecnificarse para elevar su productividad y mejorar sus condiciones higiénicas en algunos casos. Ref. 16

Un grave problema dentro de este ramo industrial es el alto grado de concentración existente. En el caso de matanza de ganado, son



cuatro las empresas que concentran el 44.4% del producto bruto total del país, mientras que en el caso de las empacadoras, son siete las empresas empacadoras que aportan el 42.1% de la producción bruta total de embutidos del país.

En 1979, las dos empresas más grandes del país se localizaban en el Estado de México y produjeron el 38.6% del total nacional. En el D. F. las 13 empacadoras más importantes contribuyeron con el 19.0% de la producción nacional, lo que quiere decir que en el Área metropolitana se produjeron el 57.6% del total de esta industria.

Si observamos el total de empresas registradas en el directorio de la Industria Alimentaria Mexicana, veremos que sólo 16 estados de la República cuentan con empresas de éste tipo.

ESTADOS	NUMERO	PORCENTAJE TOTAL
CON EMPACADORA	16	55.7
SIN EMPACADORA	13	44.83

Estamos hablando que el 44.83% de los estados del país dependen de fuentes externas para el abastecimiento de productos cárnicos procesados.  
Ref. 17.

Este alto grado de concentración de la producción de embutidos en el país hace necesaria la creación de sistemas eficientes de distribución a lo largo de la República. Si a ésta situación agregamos la deficiencia en las redes de comunicación del país, observaremos la necesidad de crear un sistema para prolongar la vida de anaquel del producto de tal manera que permita satisfacer las necesidades de éstas regiones así como tener existencias de reserva para prever situaciones irregulares en los sistemas de comunicación, como son inundaciones, huelgas, etc.

## 2.2 Necesidad de elaborar un producto enlatado

Debido a las necesidades insatisfechas de producción, así como de distribución, es necesario el desarrollo de productos con una larga vida de anaquel y bajos requerimientos de almacenamiento.

Por todas las condiciones anteriores, el proceso que nos garantiza la mejor conservación de los productos es el enlatado.

Al ser el jamón un producto perecedero, y que requiere una eficiente cadena de frío para su distribución, su enlatado es una alternativa viable que conserva al producto sin encajercerlo, ya que el costo de proceso se amortiza con la eliminación de mermas y la posibilidad de extender su distribución a zonas donde de otra manera serían inaccesibles.

### III GENERALIDADES

#### 3.1 Carne

##### 3.1.1 Abastecimientos, cortes y usos.

"Se conoce como carne a la estructura compuesta por fibra muscular estriada acompañada o no de tejido conjuntivo elástico, grasa, fibras nerviosas, vasos linfáticos y sanguíneos de las especies animales autorizadas para consumo humano".

Ref. 19.

La carne utilizada para cualquier presentación de producto final puede provenir de dos rastros diferentes:

Rastros municipales: abastecen únicamente al mercado nacional, operan con técnicas de matanza no actualizadas, generalmente de sacrificio no humanitario y constituyen la estructura más importante de sacrificio con que cuenta el país.

Rastros tipo TIF: este tipo de rastros se rigen por un reglamento internacional en se establecen normas sanitarias que implican una vigilancia constante de inspectores nacionales y

extranjeros.

El 20 de abril de 1954 se constituyó un organismo público descentralizado, Industrial de Abastos (IDA), con el fin de regular la provisión de las diferentes especies ganaderas a la capital de la República y ofrecer un mejor servicio de matanza por parte de los rastros municipales. IDA abastece el 13.0% de la carne de res al Área metropolitana, el 5.0% de la carne de cerdo y el 3.0% de las aves, con cuyas cifras su capacidad de transporte al comercio está saturada.

La comercialización de la carne de cerdo se lleva a cabo en medias canales que son despiezadas posteriormente para su utilización.

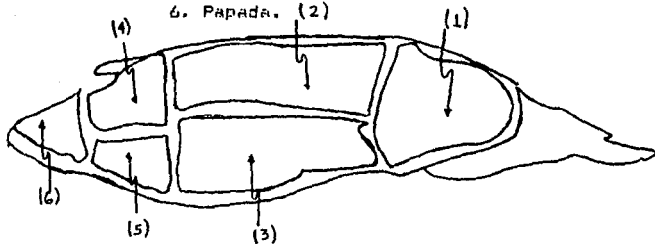
El despiece es el conjunto de operaciones que permiten cortar la canal de acuerdo con la utilización industrial o el consumo directo. Este se divide en:

- a) Cortes mayores: proporcionan partes grandes del animal para su procesamiento industrial.
- b) Cortes menores: que permiten obtener piezas de carne listas para la comercialización.

El despiece mayor debe preparar y favorecer la realización del despiece menor y deshuesado, este proceso es el mismo para la carne que se destina a la transformación como la que va al consumo directo.

El cerdo se despieza hasta que su temperatura interna es de 2 a 4°C, proceso que requiere de 24 a 48 horas en refrigeración a partir de la mantanza. Las partes que se obtienen del despiece mayor son:

1. Pierna con la pata trasera.
2. Chuleta del lomo con la grasa dorsal.
3. Costillar con la grasa ventral.
4. Cabeza del lomo.
5. Espaldilla.
6. Papada. (2)



Se separa la pierna del tercio trasero con una sierra entre la segunda y tercera vértebra sacra o a la altura del hueso de la cadera, con un corte perpendicular a la caña.

Para la obtención de jamón se le da forma a la pata recortando los pedazos sueltos de carne y eliminando la grasa de la superficie y alrededor del hueso. La arteria debe ser lo suficientemente larga para facilitar el curado de la carne.

La carne puede ser utilizada para:

- a) Consumo directo.
- b) Procesado, que puede considerarse:
  - Productos preparados con carne y sometidos a un proceso de salado, curado, cocido u otros adecuados antes de su consumo.
  - Embutidos, que son productos preparados total o parcialmente con carne, vísceras y otras partes comestibles de las especies autorizadas, condimentadas según el reglamento de la S.S.A.

### 3.1.2 Características físicas y químicas de la carne.

Para poder entender los cambios que sufre la carne al ser curada y cocida para la obtención de jamón, es necesario revisar los cambios que sufre el tejido muscular animal, para convertirse en la materia prima en cuestión.

Las modificaciones que experimenta el tejido muscular después de la muerte del animal, dependen de la cantidad de energía disponible, que está dada por los compuestos fosfato que son ricos en energía, así como las rutas metabólicas implicadas en su degradación y formación. Uno de los procesos implicados es la glucólisis, que mediante una serie de reacciones utiliza la energía química potencial de la glucosa para sintetizar ATP. Esta puede ser por medio de oxidación aeróbica, por medio de la cual la glucosa es oxidada hasta  $\text{CO}_2$  y agua por medio de convertirlo primero en ácido pirúvico por medio de la glucólisis y después a  $\text{CO}_2$  por medio del ciclo del ácido tricarbóxico obteniendo 12 ATP de cada molécula de acético.



En el caso de tener condiciones anaerobias, las células son capaces de oxidar parcialmente la molécula de glucosa con un rendimiento de dos moléculas de ATP por cada molécula de glucosa transformada en ácido láctico. Este proceso constituye un medio rápido de obtención de energía en condiciones anaerobias como es el caso de los tejidos musculares. Las reacciones que se llevan a cabo son las siguientes:

GLUCOSA  
GLUCOSA-6-FOSFATO  
FRUCTOSA-6-FOSFATO  
FRUCTOSA-1,6-DIFOSFATO  
GLICERALDEHIDO-3-FOSFATO → DIHIDROXIACETONA FOSFATO  
ACIDO 1,3-DIFOSFOGLICERICO  
ACIDO 3-FOSFOGLICERICO  
ACIDO 2-FOSFOGLICERICO  
ACIDO FOSFORILUVICO  
ACIDO PIRUVICO  
ACIDO LACTICO

Como podemos observar el ácido láctico y el pirúvico no están fosforilados, por lo que no se encuentran confinados a la célula y pueden difundirse a otros tejidos y ser eliminados por el sistema

in vivo para ser aprovechados en otros tejidos para la síntesis de glucógeno muscular. La formación de ácido láctico proporciona energía para la formación de creatín fosfato con lo cual sigue facilitando la contracción muscular.

En cambio, después de la muerte, la producción de ácido láctico provoca un descenso del pH que estará en función de las condiciones y naturaleza del músculo en el momento que cesa la circulación. La degradación del glucógeno no ocurre a la misma velocidad en todas las fases que siguen a la muerte. Existe un aumento de velocidad cuando se alcanza un pH en el que se elimina virtualmente la resistencia y capacitancia de la membrana celular. En esta fase el músculo pierde la capacidad de contracción y se produce una libre difusión de iones através de las membranas que permite la homogenización del pH en todos los tejidos. A partir de este momento la glucólisis continúa a velocidad decreciente hasta ser inhibida por completo por el pH o por agotamiento de las reservas de glucógeno. Esta inhibición se produce a un pH menor a 5.4. El pH de la carne es el responsable de la suavidad y palidez exudativa del músculo de cerdo, asimismo influye en propiedades extractivamente físicas como son: color,

textura, capacidad de retención de agua y susceptibilidad al ataque microbiano.

En general los pH elevados (5.8 o mayores) incrementan la capacidad de retención de agua, imparten un color más oscuro y una textura más basta, pero proporcionan condiciones más favorables para la degradación que los pH bajos (5.5 o menores), que producen el efecto contrario.

Los efectos físicos del pH están relacionados con los puntos isoeléctricos de las proteínas; a un pH de 5.4 aproximadamente se alcanza el punto isoeléctrico de la miosina, este provoca la retracción de las fibrillas, que retendrán por lo tanto menor cantidad de agua, y la estructura molecular será más abierta, favoreciendo la entrada de las sales de curado.

El color también se altera porque éste depende de la refractancia y absorbancia de la superficie, y al llegar al punto isoeléctrico, la estructura de la misma se altera provocando cambios en el color del tejido.

### 3.1.3 Microbiología de la carne.

Después del sacrificio y evisceración del animal, la carne conserva las características microbiológicas que poseía antes, por lo que es necesario que estas etapas se realicen adecuadamente desde el punto de vista microbiológico para asegurar así su buena calidad.

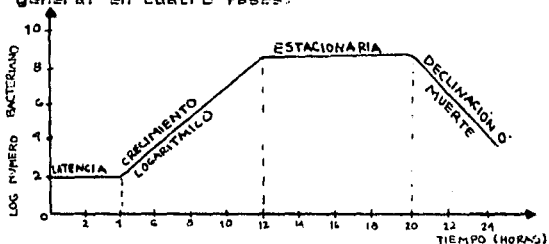
La superficie se encuentra contaminada con microorganismos procedentes del suelo, agua y aire, pero el músculo esquelético se encuentra prácticamente estéril. Los intestinos del animal contienen gran cantidad de microorganismos, que pueden emigrar al músculo durante la evisceración o a través del sistema circulatorio aún en vida y provocar la contaminación. Al ir preparando la carne para su utilización, los pedazos van siendo menores y por lo tanto la superficie de contacto propensa a contaminación es mayor. La proliferación de estos microorganismos va a depender de diversos factores intrínsecos como son un medio con alto contenido de proteínas y bajo en carbohidratos, así como la alta tensión de oxígeno y humedad existentes en la superficie. Además a esto deben ser capaces de crecer a temperaturas de refrigeración. Por ello las

especies más factibles de encontrar son del género *Pseudomonas* y *Achromobacter*.

Para poder controlar de manera adecuada las contaminaciones, es necesario conocer a fondo los microorganismos capaces de atacarla y causar modificaciones importantes, así como las técnicas para sanitizar y prevenir estas contaminaciones.

Aunque una muestra de tejido muscular esquelético no muestre deterioro aparente, puede descomponerse a gran velocidad debido a que las bacterias presentan un crecimiento de tipo exponencial en alguna fase de su ciclo de crecimiento.

Dicho ciclo puede describirse de manera general en cuatro fases:



CURVA DE CRECIMIENTO BACTERIANO  
Lechowich, 1971. Ref. 1

Como se puede observar en el diagrama, la fase de latencia no presenta un aumento significativo en el número de células, este periodo es de adaptación de las células al medio, en el cual se observa un aumento de tamaño, se incrementa la actividad de algunos sistemas enzimáticos y se sintetiza material nuclear en gran cantidad. La fase de crecimiento logarítmico se caracteriza por la división sistemática de las células a velocidad constante por división binaria; duplicándose la población en el tiempo que tarda una célula recién formada en crecer y dividirse. Este periodo se conoce como tiempo de duplicación y la fase exponencial termina cuando se llega al equilibrio entre la velocidad de crecimiento y la de mortandad, se observa en la gráfica como una línea recta en la cual no hay aumento aparente de la población aunque por ello no queremos decir que el fenómeno de duplicación cese. Pasando éste periodo, la velocidad de duplicación disminuye por factores inherentes al microorganismo mismo o a factores ambientales como son nutrientes esenciales agotados o la acumulación de metabolitos tóxicos para los mismos. Presentándose finalmente la fase de declinación o muerte hasta considerarse como muertas todas las bacterias presentes en el cultivo.

Un arma de gran valor para los procesadores de la carne es el conocimiento de los factores que afectan el crecimiento de las bacterias que causan problemas de descomposición en la carne.

La carne como medio de cultivo puede considerarse como buena para las bacterias que presentan necesidades nutricionales desde simples hasta intermedias, por lo que estaríamos considerando un gran número de ellas.. Al aplicar el sistema de refrigeración a la carne se reducen considerablemente el número de bacterias capaces de desarrollarse en este medio. Por lo que es considerado como un factor crítico para la conservación adecuada de la carne.

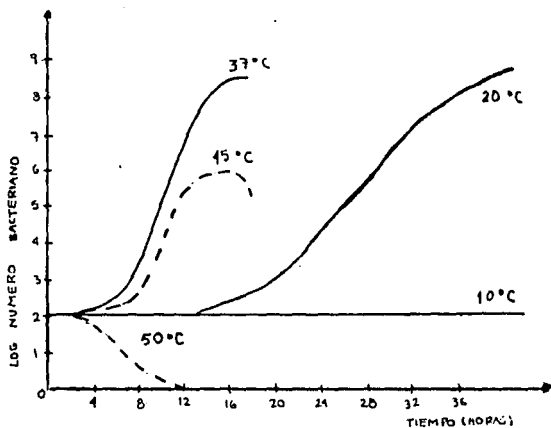
#### FACTORES CRITICOS EN EL DESARROLLO DE MICROORGANISMOS

1. Temperatura, es un factor muy importante para el desarrollo de los microorganismos. Cada microorganismo tiene una temperatura óptima de crecimiento, y en base a esto se clasifican en:

Tipo de microorganismo	Temperatura de desarrollo
Psicrófilos	- 5°C a 25°C
Mesófilos	25°C a 37.5°C
Termófilos	40°C a 75°C

Palczar y Reid, 1965. Ref. 2

La mayoría de las bacterias son mesófilas, presentan un mejor crecimiento a medida que se acercan a los 37°C. Mientras más cercana es la temperatura a la óptima la fase de latencia y el tiempo de generación serán menores, mientras que una temperatura menor a los 20°C prolonga de manera muy considerable la fase de latencia y tiempo de generación, provocando así un aumento de la vida de anaquel del producto en cuestión.



CURVAS DE CRECIMIENTO DE UNA BACTERIA MESOFILA A DIFERENTES TEMPERATURAS  
Lechowich, 1971. Ref. 1



Por ejemplo, una población de menos de 100 bacterias por gramo de carne, a 37°C alcanzaría una población superior a  $10^9$  microorganismos por gramo de alimento en 8 horas, mientras que en el mismo periodo de tiempo a una temperatura de 20°C, la carga final sería de  $10^2$  microorganismos, es decir que se iría saliendo de la fase de latencia.

2. Oxígeno, otro factor determinante en la clasificación y control de bacterias es la influencia del oxígeno sobre su crecimiento, permitiéndonos clasificarlas en:

.Anaerobios estrictos, son aquellos microorganismos que solo crecen en ausencia de oxígeno, como Clostridium botulinum.

.Anaerobios facultativos, son microorganismos capaces de crecer en medios tanto aerobios como anaerobios, aunque generalmente presentan curvas de crecimiento más aceleradas en condiciones aerobias, como es el caso de Sacharomyces cerevisiae.

.Microaerobios, son capaces de crecer con pequeñas cantidades de oxígeno y son de importancia para los embutidos, como Bacillus spp.

.Aerobios estrictos, son microorganismos que requieren de oxígeno necesariamente para poder crecer, como Bacillus subtilis.

3. El pH es otro factor importante, la mayoría de las bacterias crecen a un pH cercano al neutro y presentan valores máximos y mínimos en un rango de pH entre 5.0 y 8.0. Dependiendo fundamentalmente de la alimentación y del tipo de sacrificio, el pH de la carne fresca está entre 5.3 y 6.5. Se ha visto que la carne con un pH de 6.5 se altera con mayor facilidad que la que presenta un pH de 5.3, ya que muchas bacterias presentan tiempos de generación y latencia mayores a pH más bajos.

4. El agua es otro factor indispensable para el desarrollo de microorganismos, que se expresa como Aw (Actividad de agua) que está definida como el agua disponible para su desarrollo y se expresa como la relación de las moles de solvente divididas entre las moles de soluto más las moles de solvente. El Aw para el desarrollo de los microorganismos varía de acuerdo al tipo de microorganismo como se indica a continuación:

Clase de microorganismo	Aw
Bacterias	0.91
Levaduras	0.88
Hongos	0.80
Bacterias halófilas	0.75
Levaduras osmófilas	0.60

Moseel e Ingram, 1935. Ref. 2

Una manera de regular o disminuir el Aw es aumentando el porcentaje de sólidos disueltos en la fase acuosa de la carne, para ello se agregan cantidades conocidas de sales como es el cloruro de sodio, obteniéndose una disminución del Aw.

La actividad de agua de la carne fresca es de 0.99 o mayor, por lo que se halla cerca del Aw óptimo de la mayoría de las bacterias. Sin embargo la mayoría de las bacterias que causan alteraciones a la carne, están en la superficie de la misma. En esta zona, por el contacto con el aire la carne sufre una deshidratación que restringe el desarrollo de la mayoría de las bacterias alterantes. A medida que se deseca la superficie, hay migración del agua de los tejidos más profundos a la superficie y a su vez migración de sales de la superficie al interior. Para prevenir de manera bastante eficiente el desarrollo de bacterias, basta con reducir el Aw a 0.85, sin embargo los hongos y levaduras son capaces de desarrollarse en Aw de 0.75. Por este motivo se hace evidente que la conservación de la carne por adición de sal o por desecación está fundamentada en la reducción del Aw para prevenir el desarrollo bacteriano. En el caso de jamón enlatado se ha visto que su Aw oscila entre 0.95 y 0.97 dependiendo básicamente de la concentración de salmuera. Estos

valores obtenidos de Aw permiten el desarrollo de los tipos A, B y E de Clostridium botulinum ya que el valor mínimo de crecimiento que presenta es de 0.94. Por este motivo, para controlar su desarrollo es necesario combinar varios factores adversos a su crecimiento. Si se combinara condiciones inadecuadas de temperatura, acidez y Aw, el microorganismo será más propenso a la acción de estos factores que de manera independiente y presentará un crecimiento muy pobre o nulo.

La carne como materia prima para la elaboración de jamón cocido, tanto como el jamón en sí pueden presentar alteraciones microbianas que desvirtuarán sus características originales. Para que estas alteraciones se produzcan es necesario la presencia de las bacterias en fase de crecimiento o en un número muy alto en fase de latencia para detectar dichas alteraciones. El tipo de alteración producida puede ser por bacterias proteolíticas, lipolíticas y en menor cantidad las que utilizan carbohidratos como fuentes de carbono.

La gran mayoría de los microorganismos usan carbohidratos como fuente de carbono preferentemente. Debido a la baja disponibilidad de oxígeno en el tejido muscular, siguen un metabolismo anaerobio,

produciendo una gran variedad de compuestos de fermentación que están en función del tipo de microorganismo presente.

El tipo de bacterias presentes con mayor frecuencia en la carne son:

Bacterias	Productos de fermentación
Acidolácticas homofermentativas (Streptococos y algunos lactobacilos)	Acido láctico
Acido lácticas heterofermentativas (Leuconostoc y Lactobacilos)	Acido láctico, etanol y CO <sub>2</sub> .
Bacilos (especialmente en presencia de nitratos)	Acido láctico, Acido acético y CO <sub>2</sub> .
Especies de Clostridium	Acido acético butírico, láctico, acetona, butanol, CO <sub>2</sub> y H <sub>2</sub> .

Lechowich, 1971. Ref. 1

Algunos de estos microorganismos son utilizados en la maduración de los embutidos y en algunos casos causan alteraciones como el abombamiento de las latas de jamón debido a la producción de gases.

Otros grupos de importancia para el producto

elaborado son las bacterias esporuladas como bacilos y clostridios. Algunos bacilos producen en las carnes curadas enlatadas, gran cantidad de ácido sin producir gas, su peligro radica en que no se observa abombamiento de la lata y su presencia es difícil de detectar.

Muchas bacterias del género Clostridium tienen gran capacidad fermentadora y originan grandes volúmenes de gases que pueden abombar la lata e incluso reventarla, así como una amplia gama de productos que imparten al jamón olores y sabores desagradables.

Los microorganismos del género Clostridium a diferencia de los Bacillus, son estrictamente anaerobios. Ambos tienen la posibilidad de reaccionar ante condiciones adversas del medio en que se encuentran, formando esporas que le dan una mayor resistencia que la forma vegetativa del microorganismo; al presentarse las condiciones favorables la espora germina para dar origen nuevamente a la forma vegetativa.

La carne y productos cárnicos contienen gran cantidad de proteínas, péptidos y aminoácidos que son

una fuente excelente para los microorganismos capaces de utilizarlos de varias maneras:

.Proteólisis de las proteínas produciendo péptidos solubles.

.Desaminación de aminoácidos formando amoníaco, cetoácidos y ácidos grasos.

.Descarboxilación de aminoácidos liberando  $\text{CO}_2$  y aminas como tiramina, putrescina y cadaverina, que son compuestos tóxicos para el ser humano.

### 3.2 Jamón

#### 3.2.1 Definición.

Según la norma oficial mexicana, " se denomina jamón cocido al producto alimenticio preparado con la carne de las piernas traseras de cerdos sanos, sacrificados bajo inspección sanitaria. Estas deben ser cortadas de forma especial, excluyendo la carne maltratada, así como huesos, cartilagos, tendones y ligamentos; posteriormente sometidos a procesos de curación y tratamiento térmico". Ref. 3

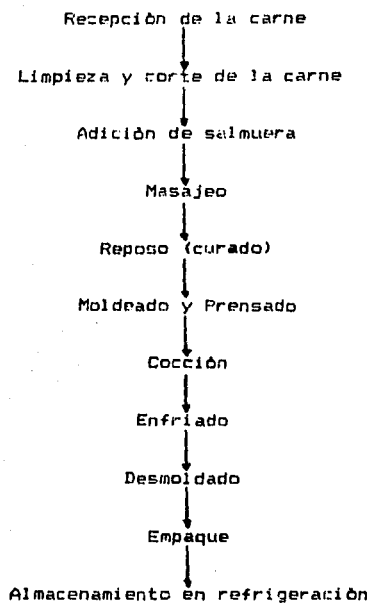
#### 3.2.2 Proceso tradicional de elaboración.

El proceso a seguir no está descrito por la Norma Oficial Mexicana, por lo que a continuación se mencionará el esquema general de su elaboración.

Los ingredientes comunes a la mayoría de las formulaciones son:

- |                                     |                |
|-------------------------------------|----------------|
| 1. Carne de cerdo                   | 5. Fosfatos    |
| 2. Sal refinada                     | 6. Sacarosa    |
| 3. Nitrito de sodio                 | 7. Condimentos |
| 4. Eritorbato y glutamato de sodio. | 8. Ligantes    |





ESQUEMA GENERAL DE ELABORACION DE JAMON COCIDO

1. RECEPCION DE LA CARNE: Para tener la calidad deseada en un producto, es necesario controlar y vigilar las características de la materia prima. En el caso del jamón es recomendable realizarle las siguientes determinaciones a la carne usada como materia prima:

.Determinación del grado de frescura:

- Bases volátiles totales,
- Extracto de volumen liberado,
- Estimación de olor,
- Reacción de Eber,
- pH.

.Análisis microbiológicos.

- Microorganismos indicadores,
- Microorganismos específicos según el caso.

Sin embargo en la práctica el examen de recepción de la carne en lo referente a la frescura, en la mayoría de los casos es sensorial.

2. LIMPIEZA Y CORTE DE LA CARNE: como limpieza se entiende a la eliminación de tendones, ligamentos, huesos, cartilagos y tejido conjuntivo de la carne, con el fin de evitar disminuir la calidad del jamón. El corte se realiza en trozos pequeños aproximadamente de 5 a 7 centímetros, con el fin de favorecer el curado.

3. PREPARACION DE LA SALMUERA: está compuesta por los siguientes ingredientes, cuya funcionalidad se explica a continuación:

a) Sal refinada: es el componente presente en mayor cantidad en las mezclas empleadas para curado de la carne. A concentraciones elevadas inhibe el crecimiento microbiano ya que provoca una deshidratación del alimento y por consiguiente reduce el Aw. Su función es de conservador y contribuye al sabor.

b) Nitrito de sodio: sus funciones son, lograr el color rosa característico del jamón por medio de la formación de un pigmento colorido termestable (nitrosilhemocromo) como resultado de la reacción del nitrito de sodio sobre la mioglobina, e inhibir el desarrollo de microorganismos patógenos y de causantes de alteraciones en especial, de Clostridium botulinum, ya que en solución inhibe la germinación de sus esporas.

c) Eritorbato de sodio: es un agente reductor, que se adiciona con el fin de evitar la formación de nitrosaminas, que son compuestos altamente tóxicos de tipo carcinogénicos, formados

por la interacción de los nitritos con los grupos aminos libres de las proteínas presentes en la carne a altas temperaturas.

d) Glutamato monosódico: Es un potenciador de sabores cárnicos, que actúa sobre las papilas gustativas aumentando su superficie de contacto, de manera que disminuye el umbral de detección de dicho sabor.

e) Fosfatos: generalmente se utilizan sales del tipo fosfato disódico, hexametáfosfato, tripolifosfato y pirofosfatos sódicos. Su acción como mejoradores de la retención de agua radica en que elevan el pH, provocando un desdoblamiento de las proteínas microfibrilares originando un mayor número de sitios disponibles para el enlace de moléculas de agua, por medio de puentes de hidrógeno, evitando la pérdida de agua.

f) Sacarosa: su principal función es mejorar el sabor del producto, así como mitigar el sabor de la sal. Sirve como fuente de carbono para los microorganismos involucrados en los procesos de maduración de diversos productos cárnicos.

g) Condimentos: son adicionados con el fin de mejorar o agregar sabores específicos al producto. Son adicionados en pequeñas cantidades y varían de acuerdo a cada formulación.

h) Ligantes: se adicionan para aumentar la capacidad de ligar agua y mejorar el rebanado. El más usado es el aislado de soya.

La cantidad de salmuera y la proporción en que sus ingredientes se adicionan varía de acuerdo a cada formulación empleada, aunque existen ciertos rangos de uso recomendados.

La adición de salmuera es con el fin de lograr el curado y condimentado de la carne, y se puede adicionar de la siguiente manera:

.Inmersión: la carne se sumerge en una solución que contiene todos los ingredientes de curado y condimentos. Es un proceso de difusión que tiene la desventaja de presentar una penetración heterogénea, por lo que es recomendable someterlo a la operación de masajeo.

.Inyección: consiste en la introducción forzada de la salmuera al tejido muscular, la penetración de los agentes de curado es mucho más rápida y uniforme.

La temperatura recomendada para llevar a cabo el curado es de  $3^{\circ}\text{C} \pm 1 \text{ C}$ , con el fin de retardar el crecimiento de casi todas las bacterias hasta completar la penetración de la sal.

4. MASAJEO: El fin de esta operación es lograr una penetración homogénea de la salmuera y de todos sus ingredientes para obtener un resultado óptimo. Puede realizarse manual o mecánicamente.

5. REPOSO: Es un periodo de tiempo, durante el cual se completa el proceso de absorción de la salmuera. Generalmente es de más de 24 horas de duración.

6. MOLDEADO Y PRENSADO: se efectúa con el fin de dar la forma deseada al jamón; la presión se aplica con el objeto de favorecer el ligado de la carne.

7. COCCION: es un tratamiento térmico mediante el cual se modifican las características sensoriales y fisicoquímicas de la carne, para obtener el jamón. Se lleva a cabo a una temperatura interna no mayor de 68°C.

Las operaciones de enfriado, desmoldado, empaque y refrigeración se llevan a cabo con el fin de acondicionar el producto para su posterior comercialización.

### 3.2.3 Microbiología.

Para obtener un jamón de una buena calidad microbiológica, es necesario utilizar como materia prima carne y demás ingredientes de alta calidad microbiológica.

La alteración más frecuente de los jamones es el agriado, término con el que se denominan diferentes tipos de alteración que oscila entre la proteólisis inodora y la auténtica putrefacción.

Las especies que pueden ocasionarlo pertenecen a los siguientes géneros: Alcaligenes, Bacillus, Pseudomonas, Lactobacillus, Proteus, Serratia, Micrococcus y Clostridium.

Los métodos de curado de jamones utilizados en la actualidad, han disminuido considerablemente los casos de agriado, a lo que ha contribuido también la reducción de la contaminación y el control del desarrollo microbiano, mediante técnicas de sacrificio y refrigeración adecuadas.

Otro factor importante a considerar en la elaboración, es la calidad microbiológica de las especias utilizadas, para lo cual se recomienda la utilización de especias previamente esterilizadas por métodos eficaces como es la aplicación de rayos ultravioleta.

### 3.3 Legislación.

Según la Ley General de Salud en lo que se refiere al Capítulo V "Empacadoras de Carnes Frías", las especificaciones relacionadas con este tema son:

+Los productos de la carne por su proceso de elaboración se agrupan en:

- I Productos preparados con carne comestible de las especies de animales autorizados, sometidas a un proceso de salado, curado, cocido u otros adecuados antes de su consumo.



II Embutidos: son los productos preparados total o parcialmente con carne, vísceras y otras partes comestibles de las especies de animales autorizados, cortadas o molidas, pudiendo ser adicionadas con otros ingredientes en la proporción que señale la Secretaría e introducidos en fundas sintéticas o naturales que, le den forma.

**+Aditivos:**

Los productos naturales y sustancias siguientes se pueden añadir durante el proceso de elaboración:

- sal refinada (NaCl)
- Sacarosa, glucosa
- humo de madera, extractos de sabor de humo
- vinagre
- especias, condimentos y las esencias derivadas de los mismos
- colorantes naturales solo en la cubierta del producto.

Las carnes frías sometidas al proceso de curado no deberán contener más de 156 ppm de nitritos, y su humedad total no rebasará el 55 % del peso del producto terminado, con una tolerancia máxima del 5%.

**+Etiquetado:**

Las etiquetas de los productos de la carne deben contener:

- denominación genérica y específica del producto.
- lista de ingredientes completa y el % de las carnes y especies de animales empleadas.
- % de grasa y carne empleada.
- contenido de harinas de cereales, féculas, almidones o mezcla de los productos anteriores si es mayor al 5 %.
- texto: ahumado "natural" o "artificial".
- texto: "manténgase en refrigeración".

+Los productos cárnicos no contendrán cantidades superiores de plomo, mercurio, cadmio, arsénico y otros contaminantes como zinc, cobre, cobalto, residuos de plaguicidas, sustancias radioactivas, antibióticos, hormonas, agentes anabólicos y otros a los límites que establece la Secretaría, en la norma nte. Ref. 17.

En lo que se refiere específicamente a jamón cocido, la Norma Oficial Mexicana establece:

+Jamón cocido es el producto preparado con la carne de las piernas traseras de cerdos sanos, sacrificados

bajo inspección sanitaria. Las piernas de cerdo deben ser recortadas en forma especial excluyéndose carne maltratada, cartilagos, tendones. Sometido a curación y cocimiento.

+Curación: es la aplicación de salmuera preparada con una mezcla de sal, nitrito de sodio, adicionado y o no de aditivos. La temperatura deberá ser entre 276 - 284 K (311°C).

+Cocimiento: tiempo y temperatura dependiendo del tamaño y forma del jamón. La temperatura mínima es de 341°K (66°C) y a una presión de 760 mm de Hg

+El jamón debe cumplir las siguientes especificaciones:

+sensoriales:

color: rosado característico.

olor: agradable, característico, exento de olores extraños.

sabor: agradable, característico, exento de sabores extraños.

consistencia: firme, compacta y terso.

+fisicoquímicas:

humedad: menor del 74.0%

grasa: menor al 15.0%

proteína de origen animal: mayor al 16.0%

+Microbiológicas: no debe contener  
microorganismos patógenos, toxinas  
microbianas, antibióticos, ni otras  
sustancias tóxicas.

colonias/g máximo

Mesófilos aerobios	100,000
Staphylococcus aureus	1,000
Salmonella en 25 gramos	negativo

No debe contener materia extraña como  
fragmentos de insectos, pelos y excretas de  
roedores.

+Se permite el uso de los siguientes aditivos:

- oxidantes: nitrito de sodio máximo 156 ppm en producto terminado.
- -antioxidantes: ascorbato y/o eritorbato de sodio mínimo 0.5 ppm.
- estabilizadores: polifosfato de sodio y/o potasio máximo 0.7% expresado como  $P_2 O_5$  , máximo agregado 0.3%
- condimentos, especias y saborizantes.

### 3.4 Enlatado.

Al ver que hay ciertos factores que provocan en el alimento un decremento en la calidad dejándolo inservible o provocando su toxicidad como pueden ser: enzimas, microorganismos, reacciones químicas y daños físicos; se creó la necesidad de preservar los alimentos en buen estados por más tiempo. Los tipos de preservación más utilizados son:

- decremento de la actividad acuosa (Aw).
- fermentaciones.
- eliminación de oxígeno.
- medios químicos.
- métodos enfocados específicamente a la
- destrucción de los microorganismos, como son:
  - .métodos físicos y químicos: filtración, bactericidas, luz ultravioleta, ionizaciones.
  - .tratamientos térmicos: esterilización, pasteurización, escaldado.

En el enlatado de un alimento, éste se somete a un tratamiento térmico después del cierre de la lata. Para ello es necesario determinar las condiciones mínimas de tiempo y temperatura que nos permitan la destrucción del microorganismo tóxico,

así como mantener con el menor cambio posible las características nutricionales y sensoriales del alimento.

Todos los microorganismos presentan un pH óptimo de crecimiento, dentro del cual tienen la mayor resistencia térmica. Al variar las condiciones de pH, su resistencia térmica se verá afectada de manera importante; es por ello que para determinar el tipo de proceso que se le dará a un cierto alimento, es necesario saber el pH que presenta.

Clasificación de los alimentos según su acidez:

BAJA pH 5.3	MEDIA pH 5.3a4.6	ACIDO pH 4.5a3.7	ALTA ACIDEZ pH 3.7
carne leche pescados vegetales	spaguetti espárragos sopas espinacas	jitomate higos peras piña	col agria cerezas encurtidos cítricos

U.S.F.D.A, 1962. Ref. 4

Una de las principales bases para clasificar a los alimentos según su acidez, es la resistencia

térmica que presenta Clostridium botulinum a pH mayores de 4.6, ya que a pH menores, éste microorganismo no es capaz de desarrollarse ni de formar su toxina. Cuando la flora microbiana presente en el alimento es abundante y variada, el valor de pH determinará el tipo de microorganismos que crecerán más y prevalecerán.

#### 3.4.1 Fundamento.

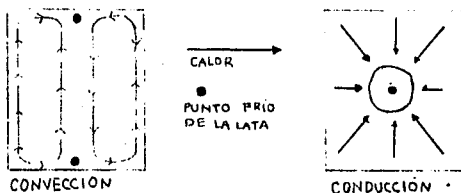
Para lograr la completa destrucción de los microorganismos presentes en un producto enlatado, el calor suministrado debe penetrar a todos los puntos del recipiente; es decir, para calcular un proceso térmico es necesario conocer a fondo los antecedentes de penetración de calor a través de la lata y del alimento en cuestión, obteniendo una relación tiempo-temperatura. Debido a que no todos los puntos de la lata están a la misma distancia de la fuente de calor, su calentamiento no será igual, y habrá por lo menos una región del envase que recibirá menos cantidad de calor durante el tiempo de proceso. Esta región es crítica, ya que será la zona donde habrá mayor posibilidad de supervivencia de los microorganismos. Por lo tanto los estudios de penetración de calor están enfocados a la destrucción

completa de los microorganismos presentes en dicha región. Es lógico suponer que los microorganismos presentes en los demás puntos de la lata serán eliminados antes debido a que recibirán un tratamiento más prolongado y alcanzarán temperaturas más elevadas.

En los alimentos enlatados existen dos formas de transferencia de calor:

**Convección:** en alimentos líquidos, y pueden ser: natural y forzada o inducida (por medio de agitación mecánica).

**Conducción:** Cuando el contenido de la lata no se mueve, la temperatura en cada punto de la lata está en función del tiempo y será diferente dependiendo del punto en que se trate.



DIAGRAMAS DE TRANSMISION DE CALOR EN UNA LATA



Todos los métodos de procesamiento térmico implican la transferencia de calor por conducción y convección.

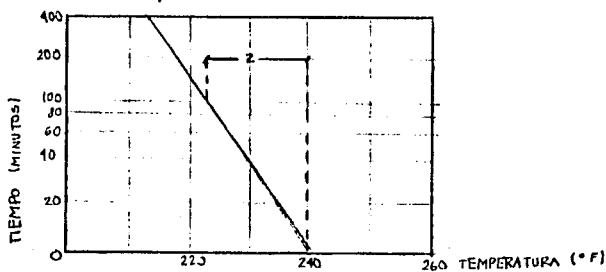
La velocidad de transferencia a un producto y el grado de calentamiento, se ven afectados por diversas variables. La temperatura y el grado de calentamiento son proporcionales directamente al diferencial de temperatura entre el producto y la fuente calórica y al periodo de tiempo durante el cual se aplica el calor. Los productos difieren en calor específico (que es la cantidad de energía calórica necesaria para cambiar la temperatura de un gramo de producto en un grado centígrado) y la conductividad térmica (señala con que rapidez se mueve el calor a través de dicha sustancia).

Las células y esporas microbianas a eliminar en el producto, varían mucho en su resistencia térmica, esta se expresa generalmente como tiempo de destrucción térmica o tiempo de muerte térmica (TMT) que se define como el tiempo necesario para destruir un cierto número de esporas en condiciones específicas. Las condiciones que deben especificarse son: temperatura, número y tipo de microorganismos y características del medio. El TMT a 121°C se toma

arbitrariamente como punto de referencia y se le denomina  $F_0$ .

Al tiempo que se debe exponer un número determinado de microorganismos a una temperatura alta y constante para causar la muerte del 90.0 % de la población microbiana, se le conoce como valor "D" o de reducción decimal.

En una gráfica de logaritmo de TMT contra temperatura se obtiene una recta que se conoce como gráfica de TMT. La pendiente de ésta curva está dada por  $-1/z$ , en un sistema semilogarítmico coordinado; donde  $z$  es la temperatura en  $F$  requeridos para atravesar un ciclo logarítmico o bien destruir el 90.0 % de la población existente.



GRAFICA DE TMT PARA *Clostridium botulinum*  
Easty y Meyer. Ref. 5

Basados en los resultados obtenidos en los estudios hechos por científicos de la National Food Processors Association en 1920, se demostró por medio de extrapolación de la curva TMT que era necesario calentar una espora a 250 F durante 2.70 minutos para reducir la población de 10 por unidad a menos de una espora por unidad, de donde se derivó el concepto 12 D (reducción de la población en 12 ciclos logarítmicos). Posteriormente se hizo una corrección y se determinó que 2.45 minutos eran suficientes para alcanzar el mismo efecto letal.

Para establecer los procesos térmicos que proporcionen un producto cárnico comercialmente estéril, deben conocerse los siguientes datos: la curva de muerte térmica del microorganismo más termorresistente, la curva de penetración de calor y enfriamiento del producto así como el tamaño y tipo de envase a utilizar. Cuando se conocen todos los factores puede emplearse alguno de los métodos teóricos disponibles para calcular un programa de procesamiento adecuado al producto.

En la práctica comercial suele darse un margen de seguridad adicional, además del que ha sido calculado, para asegurar la destrucción de todas las bacterias y esporas potencialmente alterantes y toxigénicas.

#### 3.4.2 Envases utilizados en alimentos.

Una lata sanitaria es un envase herméticamente sellado, cuya función es formar una barrera contra el paso de microorganismos y sustancias ajenas al alimento para mantener la esterilización comercial del envase después del proceso térmico.

El envase es un factor esencial en la conservación de alimentos, después del enlatado, los alimentos son esterilizados y la función de la lata es evitar y proteger al alimento de una recontaminación y su consiguiente deterioro. El cierre de la lata o del envase debe ser realizado adecuadamente para prevenir el acceso de microorganismos durante el enfriado de la lata y su almacenamiento.

Las latas usadas en la industria alimenticia, están hechas principalmente de acero, aunque actualmente existen tipos específicos de latas para cada producto, que son mejores y más baratos. En las especificaciones de las latas se incluyen el peso de la base de acero, la cantidad de recubrimiento de estaño, y su manera de aplicación así como el tipo de barniz usado para prevenir la corrosión.

Para evitar la corrosión de la lata y prevenir interacciones químicas entre el alimento y la lata, se usan diferentes tipos de barnices según el alimento en cuestión:

**Oleoresinas:** son los más comunes, incluyen el tipo R y C. Se utilizan para alimentos Ácidos.

.R, se utiliza para proteger el pigmento natural de las frutas altamente coloreadas.

.C, se usa para prevenir la aparición de sulfhidrilos en alimentos con alto contenido de proteínas, como carnes.

Fenólicos: Se utilizan para alimentos marinos, ciertos cárnicos y otros productos.

Epóxinas: tienen una alta estabilidad al calor, son muy flexibles con lo que favorecen las operaciones del cierre. Se pueden modificar con resinas fenólicas y ser usadas para frutas y productos con un alto contenido de grasas.

Vinílicas: se utilizan combinadas con oleoresinas y barnices fenólicos para productos muy corrosivos.

Se utilizan también otros barnices como son el barniz fenólico modificado que cuando es pigmentado con aluminio se usa para carnes.

Las características que debe cumplir un barniza son las siguientes:

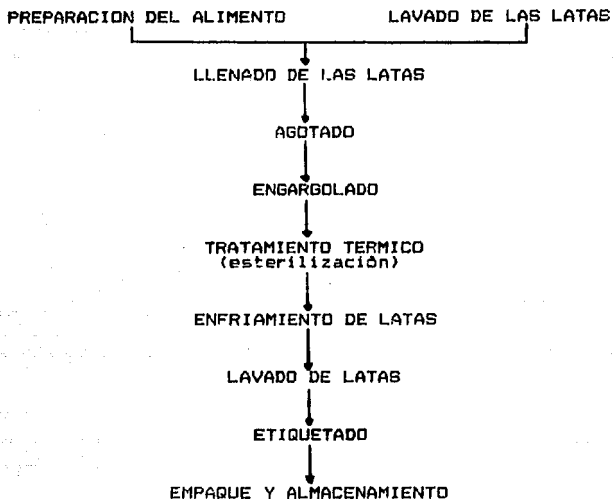
- No ser tóxico.

- No afectar el color y o olor del alimento.
- Debe ser efectiva barrera entre el alimento y la lata.
- Debe ser de fácil aplicación.
- No se debe desprender durante el proceso de esterilización y almacenamiento.
- Debe ser resistente a las operaciones de manufactura.
- Debe ser económico.

También se han implantado el uso de latas de aluminio que tienen la ventaja de ser resistentes a la corrosión, pero presentan la desventaja de ser muy costoso.

### 3.4.3 Proceso de enlatado.

En casi todos los procesos de enlatado se sigue una secuencia similar, que conlleva a la obtención del producto terminado, esta secuencia consta básicamente de las siguientes operaciones:



1. LIMPIEZA DE LATAS: Se requiere un lavado de las latas antes del llenado para lograr la completa eliminación de los microorganismos que pueden contribuir al deterioro del alimento o aumentar la carga microbiana del mismo. La operación del lavado se lleva a cabo en tres pasos:



1. Se colocan las latas invertidas en una banda transportadora,
2. Se les adiciona agua caliente a presión.
3. Se transportan una distancia determinada en la banda para eliminar el exceso de agua.

2. LLENADO DE LAS LATAS: El llenado de las latas debe hacerse inmediatamente después de la preparación. Es importante que esta operación se realice con uniformidad y exactitud para:

- mantener el espacio de cabeza o espacio superior constante, que es la distancia entre la tapa del envase y el contenido del mismo. Para la mayoría de los productos es de 7 mm, pero nunca debe ser menor. Es muy importante este espacio, ya que si es chico, existe el peligro de que se deformen los alimentos al expanderse. Si el espacio es muy grande, se acumula una cantidad de aire que puede causar oxidación y decoloración del producto.
- mantener un peso constante del producto en la lata y cumplir con el peso especificado en la etiqueta.

El llenado se puede hacer de forma manual o mecánicamente.

**3. VACIO:** Este término es usado en la industria de alimentos enlatados como un indicador de la cantidad de aire que contiene una lata, principalmente en el llamado espacio de cabeza, ya que no todo el aire es eliminado de la lata. El vacío se mide en términos de pulgadas de mercurio, tomando como vacío total una lectura de 30 in Hg. Las razones por las que se busca un vacío son:

- mantener el fondo de la lata en posición cóncava durante un almacenamiento normal.
- reducir el oxígeno presente y por lo tanto minimizar las reacciones de oxidación de grasas y vitaminas que causan daños a los alimentos.
- evitar una deformación de la lata durante el proceso de esterilización.

**4. AGOTADO Y CIERRE AL VACIO:** La operación de agotado se efectúa para eliminar el aire presente en la lata antes del cierre, por medio de sustituirlo por vapor de agua y lograr así un vacío más eficiente. Pero hay varias maneras de obtener el vacío en una lata.

Por medio de un calentamiento de los alimentos previo al llenado, o después del mismo,

éste se hace con el fin de expandir el producto, eliminar el aire ocluido, disolver los gases en el alimento, así como sustituir el aire del espacio de cabeza por vapor de agua, que al condensarse provoca el vacío deseado. El tiempo de calentamiento y la temperatura son muy importantes en el vacío resultante.

El cierre al vacío mecánico puede hacerse con máquinas cerradoras al vacío a alta velocidad, donde se extrae el aire por medio de una bomba y la lata se engargola manteniendo una presión negativa.

Otro método utilizado está basado en la inyección de vapor de agua en el espacio de cabeza en el momento del cierre. Si el vapor se inyecta de manera adecuada, el aire será remplazado por el vapor, el cual al enfriarse se condensará formando así el vacío.

Para obtener un vacío adecuado, es necesario que la lata no contenga demasiado aire ocluido, para ello es recomendable calentar el alimento para eliminar el aire ocluido antes del cierre.

**5. ENGARGOLADO:** tras el vacío de las latas éstas deben sellarse herméticamente para impedir descomposición y escurrimiento del producto. El cierre hermético se conoce con el nombre de doble costura, la cual se efectúa con una máquina engargoladora que consta de dos funciones básicas:

-la primera sirve para dar la forma debida o enrollar juntas las orillas de la tapa de la lata con las de la lata misma.

-la segunda función es aplanar el borde del primer rollo que se produce en la lata por la primera operación.

La costura se ejecuta mediante rollos perfectamente pulidos, de dimensiones exactas.

Es de vital importancia la inspección periódica y frecuente de las costuras de las latas, ya que cualquier defecto en el cierre produce la descomposición del producto. Es recomendable aplicar una inspección visual; una inspección externa que comprende ancho y espesor del cierre, profundidad del engargolado; una inspección interna que comprende el control de los ganchos del cuerpo y de la tapa, traslape. Las mediciones se deben hacer con micrómetro y en tres puntos diferentes.

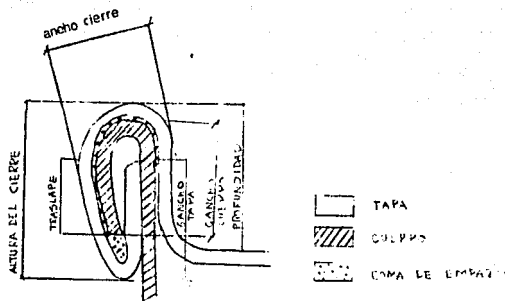


DIAGRAMA DEL SELLO DOBLE

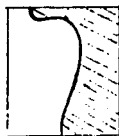
PLATO SUPERIOR



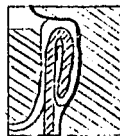
PERFIL DEL RODILLO DE 1ª OPERACIÓN



PRIMERA OPERACIÓN



PERFIL DEL RODILLO DE 2ª OPERACIÓN



SEGUNDA OPERACIÓN

1a. Operación

2a. Operación

FORMACION DEL DOBLE SELLO

EXAMEN EXTERNO:

Tamaño de lata	altura cierre	profundidad cierre	compactado (%)

EXAMEN INTERNO:

Tamaño de lata	gancho de tapa	gancho de cuerpo	solapado (%)

CALCULO DE COMPACTADO

$$C = \frac{3e_t + 2e_c}{E} \times 100$$

- e<sub>t</sub> = espesor de hojalata de la tapa
- e<sub>c</sub> = espesor de hojalata del cuerpo
- E = grosor real del cierre
- X = longitud del gancho del cuerpo

CALCULO DE SOLAPADO

$$S = \frac{X+Y + 1.1 e_t - L}{L - (2.2 e_t + 1.1 e_c)} \times 100$$

- Y = longitud del gancho tapa
- L = altura del cierre

6. ESTERILIZACION: el objetivo de esta operación es obtener en el alimento la llamada esterilización comercial, que no es más que el conjunto de condiciones creadas por medio de la aplicación de calor, dejando así al alimento libre de microorganismos viables, teniendo esto un significado en salud pública; así como de microorganismos patógenos capaces de reproducirse en el alimento bajo condiciones normales de no refrigeración durante el almacenamiento y distribución.

En los alimentos enlatados se basa el proceso de esterilización en la eliminación de Clostridium botulinum, que es una bacteria esporulada capaz de producir una toxina altamente letal ( 2-10 g produce efectos letales ). El proceso de esterilización asegura la destrucción de éste microorganismo y de otros capaces de causar alteraciones en el alimento enlatado bajo condiciones normales de almacenamiento y distribución. Los estudios de las necesidades de crecimiento de Clostridium botulinum indican que a pH menores de 4.6 no presenta desarrollo. Esta condición es de importancia para alimentos con pH sobre el antes mencionado, estos deberán ser procesados bajo condiciones de presión y temperatura por arriba de

212 F para asegurar la destrucción de esporas de este microorganismo.

7. ENFRIAMIENTO: para garantizar que las condiciones de esterilización sean correctas y evitar un sobrecalentamiento que causaría alteraciones en las características sensoriales del producto, al finalizar el tratamiento térmico el alimento enlatado es sometido a un enfriamiento. La duración del enfriamiento con agua debe ser la suficiente para lograr una temperatura interior de la lata de 100 F, pero no debe prolongarse hasta el grado de que se presente una oxidación exterior de la lata. En lugares con una alta humedad ambiental, las latas deberán ser secadas mecánicamente para evitar la corrosión del exterior de la lata; o bien, el enfriamiento con agua se hace hasta una temperatura interna de 120°F y posteriormente se pasan por una corriente de aire frío antes del almacenamiento. El enfriamiento también puede realizarse con aire frío.

8. CODIFICADO DE LAS LATAS: todas las latas deben ser marcadas con números, letras o símbolos que indiquen el lugar, fecha y turno en que fueron elaboradas, con el objeto de llevar un control y en caso de haber un defecto, localizar el lote afectado.



9. CUARENTENA: antes de comercializar las latas, se someten a un reposo en almacén de la empresa con el fin de detectar defectos mayores en el producto y lograr que éste sea más seguro.

#### 3.4.4 Alteración de los alimentos sometidos a tratamientos térmicos.

El deterioro de los alimentos enlatados puede deberse a causas químicas, biológicas o a ambas.

La alteración química más importante es el abombamiento por hidrógeno, debido a la producción y almacenamiento de hidrógeno a presión, liberado por la acción de un alimento ácido sobre el fierro de la lata. El abombamiento por hidrógeno es favorecido por:

- la acidez de los alimentos.
- temperaturas de almacenamiento elevadas.
- imperfecciones en el estañado y barnizado en el interior de la lata.
- evacuación insuficiente.
- presencia de compuestos sulfurados y fosfatados solubles.

Existen otros defectos causados también por la interacción entre el metal del bote y el alimento; entre ellos:

- coloración anormal del interior de la lata.
- coloración anormal del alimento.
- producción de sabores anormales.
- enturbiamiento de líquidos.
- corrosión del metal.
- pérdida del valor nutritivo.

La alteración biológica de los alimentos enlatados por los microorganismos puede ser consecuencia de cualquiera de estas dos causas o ambas:

- supervivencia de microorganismos después del tratamiento térmico.
- fallas del recipiente permitiendo la entrada de microorganismos una vez terminado el tratamiento térmico.

Un tratamiento térmico ligero puede ser suficiente para permitir el almacenamiento de los alimentos durante periodos ilimitados, con ayuda de otro método de conservación como puede ser el de refrigeración.

Los microorganismos que penetran en las latas a través de las grietas son de varios tipos y no necesariamente termorresistentes. La infiltración y posterior alteración puede ser resultado de algún daño mecánico que haya sufrido la lata.

Las alteraciones microbianas que sufren los alimentos enlatados son las ocasionadas por bacterias termófilas y las debidas a mesófilas. Otros métodos de clasificación se basan en los cambios que sufre el alimento: putrefacción, producción de ácido, formación de gas, oscurecimiento, etc.

Los tres tipos de alteración biológica más importantes son: la acidez plana, alteración T.A (termófilo anaerobio no productor de  $\text{SH}_2$ ) y putrefacción.

TIPOS DE ALTERACIONES CAUSADAS POR BACTERIAS TERMOFILAS ESPORULADAS: la mayor parte de las alteraciones sufridas por alimentos enlatados, a consecuencia de un tratamiento térmico insuficiente, son producidas por bacterias termófilas, por ser esporas termorresistentes. Los tres tipos de alteración más importantes son:

- Acidez plana: esta alteración se conoce con este nombre ya que los extremos de la lata permanecen planos, conservan su concavidad durante la producción de ácido láctico en el alimento. Se presenta en alimentos de acidez baja y es producida por especies de Bacillus.

- Alteración T.A: la bacteria causante de esta alteración se le da el nombre de T.A: Clostridium thermosaccharolyticum. Es una bacteria anaerobia y termófila obligado que escinde de los azúcares, forma esporas y produce ácido y gas en alimentos acidez baja y media. El gas es una mezcla de  $CO_2$  y  $H_2$ .

-alteración o putrefacción sulfhídrica: es producida por Clostridium nigrificans. Sus esporas son poco resistentes al calor, por lo que su presencia indica tratamiento térmico insuficiente.

TIPOS DE ALTERACION CAUSADA POR BACTERIAS  
MEBOFILAS ESFORULADAS: suelen ser bacterias de los  
géneros Bacillus y Clostridium. Los alimentos

ligeramente calentados, como algunos ácidos, pueden permitir la supervivencia de bacterias no esporuladas o incluso hongos y levaduras. Las pastas de carne y productos similares, con una transmisión térmica muy lenta, pueden contener *Micrococcus*. Por ejemplo en los jamones enlatados esterilizados parcialmente, pueden encontrarse *Streptococcus faecalis*, *S. faecium*.

-alteraciones causadas por *Clostridium*:  
pueden ser fermentadoras de azúcares como *C. butyricum* y *pasteurianum*, que causan abobamiento por producción de  $CO_2$  e  $H_2$ .

Otras especies como *C. sporogenes*, *C. putrefaciens*, *C. botulinum*, son proteolíticas producen olores desagradables. Los anaerobios de la putrefacción producen  $CO_2$  y  $H_2$ , crecen en alimentos enlatados de acidez baja. *C. botulinum* produce además intoxicaciones.

-alteraciones causadas por *Bacillus*:  
numerosas especies son anaerobias pero las aerobias pueden crecer en alimentos enlatados insuficientemente evacuados de aire como productos del mar, carne, leche evaporada.

ALTERACIONES CAUSADAS POR BACTERIAS NO ESPORULADAS: cuando en alimentos enlatados se encuentran bacterias viables no formadoras de esporas es por que las bacterias entraron a través de una grieta o el tratamiento térmico a que se sometió fue insuficiente. Las formas vegetativas de las bacterias termofílicas sobreviven a la pasteurización. Las pastes de carnes y productos similares, con una transmisión térmica muy lenta, pueden contener micrococcos.

ALTERACIONES CAUSADAS POR LEVADURAS: las levaduras y sus esporas no resisten el tratamiento térmico, por lo que su presencia indica que el tratamiento térmico fue insuficiente.

ALTERACIONES CAUSADAS POR HONGOS: Practicamente no se presentan en productos enlatados, solo los que forman un micelio bastante apretado como Byssochlamys fulva.

ALTERACIONES DE CARNES ENLATADAS: en general las carnes y pescados enlatados presentan dos clases principales de alteración:

- por especies de Bacillus
- por especies de Clostridium

Las carnes curadas enlatadas a las que se le dá un tratamiento térmico insuficiente, están expuestas a la producción de  $CO_2$ ,  $NO$  y  $N_2$  por especies de Bacillus o putrefacción por especies de Clostridium.

#### IV DESARROLLO EXPERIMENTAL:

Por medio del diseño experimental, se buscó desarrollar un proceso de elaboración mediante el cual se obtuviera un producto (jamón cocido enlatado), con una vida de anaquel mayor que aquella que presenta un jamón mantenido en refrigeración.

Sustituir o simplificar algunas operaciones del proceso, como el prensado y desmoldado, para reducir el tiempo y la mano de obra requeridos.

Disminuir la cantidad de nitritos residuales, al aplicar un tratamiento térmico severo y así reducir el riesgo toxicológico que implica la formación de nitrosaminas consideradas como posibles agentes carcinogénicos.

El desarrollo de la formulación se llevó a cabo en dos fases, la primera consistió únicamente en el estudio y prueba de la formulación con el fin de obtener un producto aceptable por métodos tradicionales de elaboración y posteriormente en la segunda fase se hizo la adaptación de la formulación al producto enlatado, así como el desarrollo del diagrama de flujo a seguir para su elaboración.



#### 4.1 Selección de ingredientes para la formulación base.

Estos fueron determinados por los requerimientos del producto a obtener y sus cantidades fueron dadas en función de los rangos recomendados de uso para cada uno de ellos y descritos en el capítulo 3.2.

**SUSTANCIAS DURANTES.** Se usaron:

-sal común o cloruro de sodio para aumentar el poder de fijación de agua, favorecer la penetración de las demás sales, así como dar sabor. Se adicionó en 1.8 %.

-nitrito de potasio, se adicionó para lograr formación del compuesto colorido rosado y para inhibir el desarrollo de esporas de Clostridium en 0.025 %.

**SACAROSA.** Se usó para facilitar la penetración de la sal a los tejidos, así como atenuar los sabores fuertes de la misma y los nitritos. Fue utilizada en 0.5 %.

**FOSFATOS.** Se usaron para incrementar el poder de retención del agua en un 0.5 % (Hamine).

**HIDROCOLÓIDE.** Ayudó a incorporar y mejorar la fijación de agua, así como aumentar la cohesión de las partículas de los diferentes ingredientes. Se utilizó aislado de soya en un 1.0 %.

**POTENCIADOR DE SABOR.** Se usó glutamato monosódico en 0.1 %.

**ANTIOXIDANTES.** Se usó eritorbato de potasio en 0.08 %.

**CONDIMENTOS.** Se adicionaron las siguientes sustancias para mejorar las características sensoriales del producto:

- pimienta negra
- pimienta de cayena
- pimentón
- cebolla en polvo
- ajo en polvo

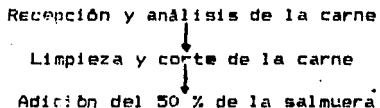
Cada uno se adicionó en 0.25 %.

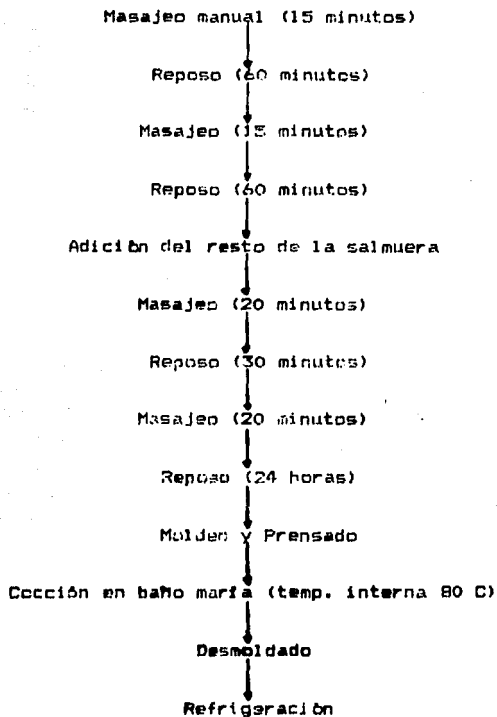
**AGUA.** Se utilizó como vehículo de los ingredientes anteriores, y una vez homogeneizada la mezcla se introdujo la carne limpia y en trozos para su posterior curación.

la formulación final empleada en la primera fase fue:

- Carne de cerdo	68.0 %
- Sal	1.9 %
- Azúcar	0.5 %
- Nitrito de potasio	0.025 %
- Eritorbato de potasio	0.080 %
- Fosfatos (Hamine)	0.5 %
- Glutamato monosódico	0.1 %
- Pimienta negra	0.025 %
- Pimienta de cayena	0.025 %
- Pimentón	0.025 %
- Cebolla en polvo	0.025 %
- Ajo en polvo	0.025 %
- Agua	27.62 %

DIAGRAMA DE BLOQUES DE ELABORACION DE JAMON COCIDO POR UN METODO TRADICIONAL





## ANÁLISIS A EFECTUAR

A la carne como materia prima se le practicaron los siguientes análisis:

### -Físicoquímicos:

- .Grado de frescura: Bases volátiles totales, extracto de volumen liberado, estimación de olor, reacción de Eber y pH.
- .Macroelementos: Humedad, cenizas, proteínas y grasa.

- Microbiológicos: Mesófilos aerobios y coliformes.

En el caso de haber obtenido cuentas elevadas de algunos de los microorganismos indicadores se hubiera procedido a efectuar pruebas específicas para patógenos.

Al jamón cocido obtenido, se le evaluaron las siguientes características sensoriales a nivel laboratorio: olor, sabor, color, textura y apariencia.

Una vez aprobada la formulación se procedió a su modificación para la elaboración del jamón cocido enlatado.

#### 4.2 Adaptación de la formulación base.

Consistió en evaluar la posibilidad de reducir la cantidad de nitritos adicionados, para lo cual se siguió el siguiente criterio. Al elaborar un jamón cocido enlatado, se involucró un tratamiento térmico severo avocado a lograr una esterilización comercial, con lo que se eliminó la posibilidad de germinación de las esporas de Clostridium botulinum. Por lo tanto si una de las funciones de los nitritos es la antes mencionada, pudo reducirse la concentración de nitritos en la salmuera sin temor a tener desarrollo de dicho microorganismo; y la cantidad adicionada fué exclusivamente la necesaria para desarrollar el color rosa característico del jamón.

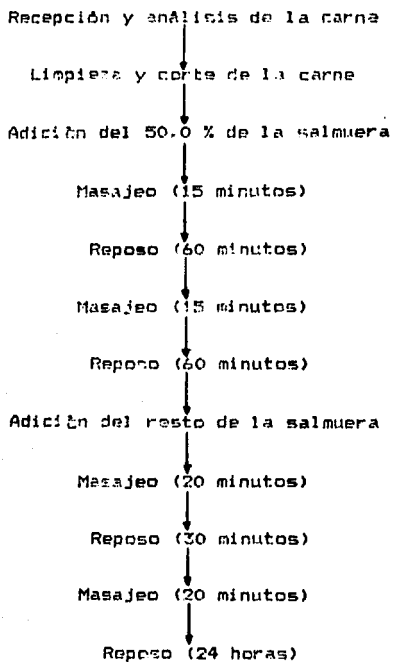
Al llevarse a cabo la cocción en el envase final ya sellado, los líquidos liberados durante la cocción fueron gelatinizados por medio de la adición de grenetina para dar al producto una mejor presentación. La grenetina se adicionó en tres diferentes concentraciones para evaluar la que mejor resultado diera. Las concentraciones usadas fueron 1.0, 1.5 y 2.0 %.

La formulación utilizada para el producto enlatado fué:

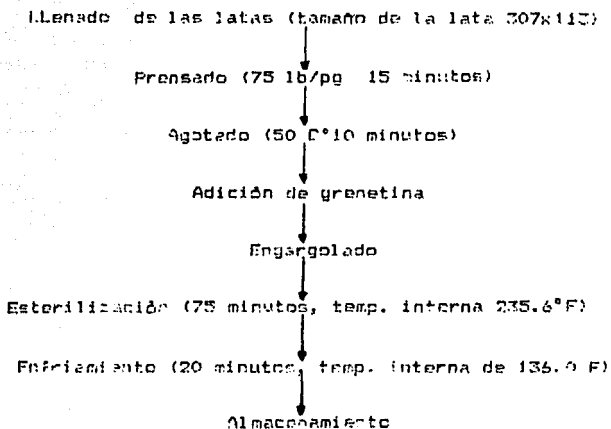
- Carne de cerdo	68.0 %
- Sal	1.9 %
- Azúcar	0.5 %
- Nitrito de potasio	0.015 % *
- Eritorbato de potasio	0.05 %
- Fosfatos (Humine)	0.5 %
- Glutamato monosódico	0.1 %
- Pimienta negra	0.025 %
- Pimienta de cayena	0.025 %
- Pimentón	0.025 %
- Debolla en polvo	0.025 %
- Ajo en polvo	0.025 %
- Grenetina	a) 1.0 % *
	b) 1.5 % *
	c) 2.0 % *
- Agua	26.5 %

\* Ingredientes modificados de la formulación base

## DIAGRAMA DE FLOQUES DE ELABORACION DE JAMON ENLATADO







La limpieza de la carne se llevó a cabo de manera manual y se le practicaron los mismos análisis que la unade para la prueba de la formulación. Se cortó en trozos pequeños de una pulgada de diámetro aproximadamente y se llevó a cabo el curado por inmersión con los periodos de masajec manual y reposo en refrigeración indicados en el Diagrama de bloques. Posteriormente se llevó a cabo el llenado de los recipientes, Estos eran latas de fierro con

recubrimiento de estano y barniz fenbólico modificado pigmentado de aluminio de tamaño 307x113. Se llenaron con 200 gramos de carne y se prensaron con ayuda de un embolo de madera de 3.2 pulgadas de diámetro a una presión de 75 lb/pg<sup>2</sup> durante 15 minutos con una prensa hidráulica; transcurridos los cuales se hizo un agotado en baño maría a una temperatura de 50° C durante 10 minutos e inmediatamente después se engargolaron con ayuda de una engargoladora manual "Automatic canning devices Inc".

La evaluación del cierre de las latas se hizo calculando el % solapado y el % compactado, según lo descrito en el capítulo 3.4.

El tratamiento térmico fue calculado teóricamente por el método de Scurnie-Laurie de la siguiente manera:

**-Cálculo del tiempo total del proceso térmico-**

Producto: Jambón cocido enlatado

Tamaño de lata: 307x113

Densidad (d): 71.8 lb/pie<sup>3</sup>

Conductividad térmica (K): 0.29 BTU/h pie °F

Calor específico (cp): 0.83 BTU/lb°F

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Para Clostridium botulinum:

z = 18

F<sub>0</sub> = 2.45 minutos

Diámetro de la lata: 3 pg 07/16 = 0.2843 pies

Radio de la lata: (r) = 0.2865/2 = 0.1433 pies

Radio medio cuadrado (r<sub>m</sub><sup>2</sup>) = (0.1433)<sup>2</sup> = 0.02054 pies<sup>2</sup>

Altura de lata: (h) = 1pg 13/16 = 0.1510 pies

Altura media cuadrada de lata: (h<sub>m</sub><sup>2</sup>) = (0.1510/2)<sup>2</sup>  
= 0.0057 pies<sup>2</sup>

$$x_r = \frac{K t}{d c p r}$$

$$x_{h_m} = \frac{K t}{h c p r}$$

L = tiempo

Para obtener la aportación de calor:

$$x_r = \frac{(0.29 \text{ BTU/lb } ^\circ\text{F pie}) t}{(71.8 \text{ lb/ft}^3)(0.83 \text{ BTU/lb } ^\circ\text{F})(0.0205)} = 0.2374 t$$

$$x_{h_m} = \frac{(0.29 \text{ BTU/lb } ^\circ\text{F pie}) t}{(71.8 \text{ lb/ft}^3)(0.83 \text{ BTU/lb } ^\circ\text{F})(0.0057)} = 0.8537 t$$

Con los valores de x<sub>r</sub> y x<sub>h<sub>m</sub></sub>, sabiendo que el coeficiente de Nusselt es cero, (ya que el punto frío de la lata se considera igual que el centro

geométrico, se puede decir que la relación  $r/r_m$  es igual a cero) se buscaron en tablas los valores de  $Y_m$  y  $Y_{h_m}$  para  $n=0$  y  $m=0$ .

Posteriormente se calcularon:  $Y$ , temperatura interna de la lata ( $T$ ),  $F$  requerido,  $\Delta t/F$  requerida y su sumatoria de la siguiente manera:

$$Y = y \times y \quad Y = \frac{T_{\text{referencia}} - T}{T_{\text{referencia}} - T_{\text{inicial}}}$$

$$Y = \frac{T_{\text{referencia}} - T}{T_{\text{referencia}} - T_{\text{inicial}}}$$

si:

$$T_{\text{referencia}} = 250 \text{ F}$$

$$T_{\text{inicial}} = 160 \text{ F}$$

$$T = 250 - 90 Y$$

$$F_{\text{requerida}} = 2.45 \cdot 10^{(T_{\text{referencia}} - T)/2}$$

Los resultados de la aportación de calor se encuentran en la Tabla no. 1.

El tiempo total de calentamiento encontrado fué de 45 minutos hasta una temperatura de 233.6°F, y el tiempo de enfriamiento de 35 minutos hasta una temperatura de 160°F. El tiempo total de proceso fué de 80 minutos.

Cálculo del tiempo de tratamiento térmico por el método teórico para la eliminación de esporas de Clostridium botulinum del producto enlatado.

t (min)	t(h)	X <sub>rm</sub> <sup>2</sup>	X <sub>hm</sub> <sup>2</sup>	Y <sub>rm</sub> <sup>2</sup>	Y <sub>hm</sub> <sup>2</sup>	Y	T (°F)	F req	$\frac{\Delta t}{\text{Freq}}$	$\sum \frac{\Delta t}{\text{Freq}}$
5	0.0833	0.0198	0.0711	1	1	1	160	2.45x10 <sup>5</sup>	2.04x10 <sup>-5</sup>	2.04x10 <sup>-5</sup>
10	0.1667	0.0396	0.1423	1	0.9	0.9	169	7.74x10 <sup>4</sup>	6.45x10 <sup>-5</sup>	8.47x10 <sup>-5</sup>
15	0.2500	0.06	0.2134	0.95	0.8	0.76	181.6	1.54x10 <sup>4</sup>	3.20x10 <sup>-4</sup>	4.08x10 <sup>-4</sup>
20	0.3330	0.08	0.2800	0.90	0.70	0.63	193.3	3.46x10 <sup>3</sup>	1.45x10 <sup>-3</sup>	1.85x10 <sup>-3</sup>
25	0.4167	0.1000	0.3600	0.80	0.60	0.48	206.8	615.4	8.10x10 <sup>-3</sup>	0.01
30	0.5000	0.1190	0.4270	0.75	0.58	0.435	210.85	336.5	0.01364	0.0236
35	0.5833	0.1380	0.4980	0.65	0.40	0.260	226.6	48.88	0.1023	0.1259
40	0.667	0.1583	0.5690	0.66	0.38	0.250	227.43	43.97	0.1137	0.2396
45	0.750	0.1780	0.6400	0.65	0.28	0.182	233.62	19.91	0.2511	0.4907
50	0.833	0.1970	0.7100	0.60	0.25	0.150	236.5	13.77	0.3629	0.8536
55	0.750	0.2170	0.6400	0.65	0.28	0.116	233.62	19.91	0.2511	0.9025
60	0.6667	0.1970	0.5690	0.66	0.38	0.150	227.43	43.97	0.1137	0.9324

Para confirmar el tiempo de tratamiento térmico obtenido teóricamente, se hizo un estudio de penetración de calor de la siguiente manera: se introdujeron termopares en las latas a utilizar como envases, posteriormente se llenaron y procesaron de la manera antes mencionada y se introdujeron en el autoclave vertical, dejando un termopar en el autoclave en sí, para obtener la temperatura del agua en el autoclave y en otro termopar la del punto frío de la lata que en este caso fué el centro geométrico de la misma. Se llevó a cabo un calentamiento hasta llegar a una temperatura de 235.6°F en el punto frío. Las mediciones se hicieron en intervalos de 5 minutos. Una vez alcanzada dicha temperatura se abrió la válvula del autoclave para iniciar el enfriamiento; una vez obtenida la presión atmosférica se enfriaron por inmersión en agua hasta una temperatura de 136.0°F en un tiempo de 20 minutos.

La manera de calcular la letalidad del tratamiento térmico, así como la evaluación de dicho método se hará en el capítulo de resultados.

#### 4.3 Evaluación del producto obtenido.

Se evaluaron tres tipos de características en el jamón cocido enlatado.

- Fisicoquímicas.

- . humedad
- . cenizas
- . proteínas
- . grasa

- Microbiológicas.

- . mesófilos aerobios
- . mesófilos anaerobios
- . coliformes

- Sensoriales. Se hizo una prueba de aceptación utilizando una escala hedónica, donde se evaluaron los siguientes atributos:

- . olor
- . color
- . sabor
- . textura
- . apariencia

La escala usada para la evaluación fue la siguiente:

1. Me gusta mucho
2. Me gusta
3. Ni me gusta, ni me disgusta
4. Me disgusta
5. Me disgusta mucho

Se hicieron 100 encuestas a estudiantes de la carrera de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Química en Ciudad Universitaria, considerándolos como jueces.

Los resultados fueron tratados para obtener información indicativa y en base a éstos se obtuvo un promedio para cada atributo calificado.

Finalmente se efectuó un estudio económico aproximado y comparativo del jamón enlatado y el elaborado por el método tradicional.



V RESULTADOS:

5.1. Formulación base.

5.1.1 Resultados de los análisis practicados a la carne usada como materia prima.

-Fisicoquímicos:

.Grado de frescura: esta prueba incluyó:

-Determinación de bases volátiles totales-

$$BVT = \frac{0.00014 \times V \times 100}{m}$$

donde:

V= volumen gastado de ácido en muestra -  
volumen de ácido gastado en blanco.  
m= gramos de muestra usados.

V= 9 ml

m= 25 g

$$BVT = \frac{0.00014 \times 9 \times 100}{25}$$

BVT= 0.0050 gramos de bases volátiles totales por 100 gramos de nitrógeno.

-Extracto de volumen liberado-  
ml liberados= 40.5 ml

-Estimación de olor-  
presentó el olor normal característico.

-Reacción de Eber-  
negativa

-pH  
pH= 5.7

.Macroelementos

-Humedad-

% H=  $\frac{\text{Peso muestra húmeda} - \text{seca} \times 100}{\text{Peso muestra húmeda}}$

Muestra húmeda= 1.7745 g

Muestra seca= 0.5654 g

% H=  $\frac{1.7745 - 0.5654 \times 100}{1.7745}$

% H= 68.1391 %

-Cenizas-

$$\% C = \frac{\text{Peso de cenizas} \times 100}{\text{Peso de muestra}}$$

Peso de cenizas = 0.0278 g

Peso de muestra = 2.3947 g

$$\% C = \frac{0.0278 \times 100}{2.3947}$$

% Cenizas = 1.1609 %

-Proteína-

% Proteína = % nitrógeno x 6.25

$$\% N = \frac{(\text{ml blanco} - \text{ml muestra}) (N_{NaOH}) (0.014)}{\text{peso muestra}}$$

ml blanco = 47.9 ml

ml muestra = 38.2 ml

$N_{NaOH} = 0.1035 N$

peso de muestra = 0.5000 g

$$\% N = \frac{(9.7) (0.1035) (0.014) (100)}{0.5000}$$

% N = 2.8111 %

% Proteína = 2.8111 x 6.25

% Proteína = 17.5691 %

-Grasa-

se calculó por diferencia de la siguiente manera:

$$\% \text{ Grasa} \approx 100 - (\% \text{ H} + \% \text{ C} + \% \text{ Proteína})$$

$$\% \text{ Grasa} \approx 100 - (68.1399 + 1.1609 + 17.5691)$$

$$\% \text{ Grasa} \approx 13.1709 \%$$

-Microbiológicos:

.Mesófilos aerobios: se obtuvieron los siguientes resultados:

dilución	No. UFC
$10^{-1}$	incontables
$10^{-2}$	incontables
$10^{-3}$	215

$$215 \text{ UFC} \times \frac{1 \text{ g}}{10^{-3} \text{ g}} = 215 \text{ 000 UFC/g carne}$$

UFC= unidades formadoras de colonias.

.Coliformes:

dilución	No. UFC
$10^{-1}$	incontables
$10^{-2}$	232

232 x  $\frac{1}{10^3}$

23 200 UFC/g carne

### 5.1.2 Resultados de la evaluación sensorial practicada al jamón cocido elaborado por métodos tradicionales.

Los resultados de la evaluación sensorial efectuada por estudiantes de la Facultad de Química, considerándolos como jueces fueron los siguientes:

- olor: agradable, característico.
- color: rosado característico.
- sabor: agradable, característico.
- textura: firme y compacta.
- apariencia: característica, agradable.

## 5.2 Formulación adaptada.

### 5.2.1 Análisis realizados.

Se utilizó como materia prima la misma carne que para la prueba de la formulación, por lo que sus características fueron las mismas.

El resultado del estudio de penetración de calor se hizo mediante el método gráfico.

tiempo (min)	temperatura (°F)	TMT	1/TMT
0	140	-	-
5	138.9	-	-
10	136.7	-	-
15	134.7	-	-
20	134.2	-	-
25	136.6	-	-
30	145.2	-	-
35	151.9	-	-
40	165.9	-	-
45	182.9	-	-
50	194.2	-	-
55	206.6	570	0.0018
60	216.6	165	0.0054
65	224.0	80	0.0125
70	233.8	19.5	0.0513
75	235.3	15	0.0667

E N F R I A M I E N T O

5	234.4	16	0.0625
10	191.5	-	-
15	167.0	-	-
20	136.0	-	-

Tabla No. 2

$$\sum \frac{1}{TMT} = 0.2562$$

$$\text{Letalidad} = 1/\text{TMT} \times t$$

$$\text{Letalidad} = 0.2002 \times 5$$

$$\text{Letalidad} = 1.0010$$

Para obtener la letalidad de uno y que por consiguiente fuera el tratamiento térmico adecuado, se siguieron los siguientes pasos:

1. Se supuso una  $F_0$  a  $250^\circ\text{F}$  de 2.45 minutos y una  $z=18$  por ser Clostridium botulinum el microorganismo a eliminar.

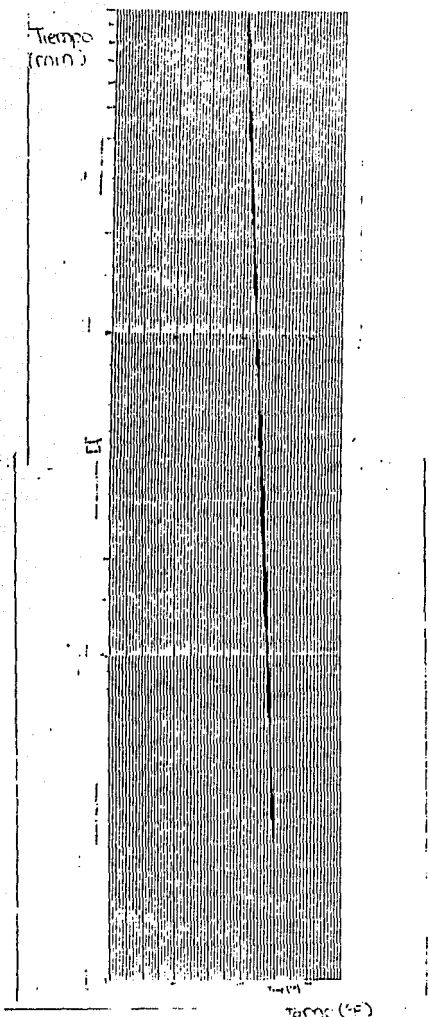
2. Se graficó en papel semilogarítmico tiempo contra temperatura.

3. Se trazaron dos puntos, el primero correspondió a  $F_0$  (2.45 minutos) en las ordenadas y  $250^\circ\text{F}$  en las abscisas. El segundo punto se trazó considerando a  $z$  que son los grados Fahrenheit necesarios para aumentar o disminuir un ciclo logarítmico la velocidad de muerte térmica de la siguiente manera:

$250^\circ\text{F} - 18^\circ\text{F}$  en abscisas y

$2.45 \times 10$  en las ordenadas

4. Se trazó una línea uniendo estos dos puntos y se interpolaron cada una de las temperaturas obtenidas con el termopar, obteniéndose así los valores de TMT, solamente se consideraron los menores a 1000.



Gráfica TMT



5. Se calcularon los inversos de TMT y se incluyeron en la tabla no. 2.

6. Se obtuvo la sumatoria 1/TMT, para calcular la letalidad, que debe ser uno. Si el valor obtenido es menor o mayor a 1, se encuentra el tiempo correcto de calentamiento de la siguiente manera:

7. Graficar la curva de velocidad de muerte térmica en papel milimétrico (1/TMT) vs. tiempo (minutos), incluyendo el enfriamiento.

8. Calcular el área bajo la curva, y por medio de relaciones se encuentra el tiempo correcto de procesamiento.

Se evaluaron en el jamón cocido enlatado las siguientes características:

- Físicoquímicas:

. Humedad:

Peso de muestra seca= 0.95 g

Peso de muestra húmeda= 2.00 g

% Humedad=  $\frac{2.00 - 0.95}{2.00} \times 100$

% Humedad= 52.50 %

.Cenizas:

Peso de cenizas= 0.0365 g

Peso de muestra= 1.7978 g

% Cenizas=  $\frac{0.0365 \times 100}{1.7978}$

% Cenizas= 2.0303 %

.Proteínas:

ml blanco= 48.9 ml

ml muestra= 38.77 ml

N NaOH = 0.1035 N

Peso de muestra= 0.4830 g

% Nitrógeno=  $\frac{(10.17)(0.1035)(0.014)(100)}{0.4830}$

% Nitrógeno= 7.040 %

% Proteínas= 3.010% x 6.25

% Proteínas= 19.000 %

-Grasa: se calculó por diferencia.

% Grasa= 100-(52.50 + 2.03 + 19.0)

% Grasa= 26.47 %

-Microbiológicos. Las latas de jamón se sometieron a un proceso de almacenamiento a (T= 37 ° C) para determinar si el producto tenía una vida de anaquel amplia. Se evaluaron visualmente para detectar abombamiento.

Semana	Mesófilos aerobios	Mesófilos anaerobios	Coliformos
0	(-)	(-)	(-)
1	(-)	(-)	(-)
2	(-)	(-)	(-)
5	(-)	(-)	(-)

(-) = crecimiento negativo

En ningún caso se observó abombamiento.

TABLA DE RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DEL  
 JAMON ENLATADO

Juez	Olor	Color	Sabor	Textura	Apariencia
1	2	1	1	1	2
2	3	3	1	2	1
3	2	3	1	1	1
4	1	3	1	1	1
5	1	1	1	2	2
6	1	1	1	2	2
7	2	4	1	2	3
8	2	4	1	1	3
9	1	2	2	3	3
10	1	1	1	1	1
11	2	2	2	2	2
12	1	1	1	1	1
13	1	1	1	2	1
14	1	1	1	2	1
15	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	2
17	1	1	1	1	2
18	1	1	1	1	1
19	1	1	1	2	1
20	1	1	1	2	1
21	2	1	1	1	1
22	1	1	1	1	2

23	1	1	1	2	1
24	1	1	1	2	2
25	1	1	1	2	2
26	1	2	1	1	2
27	2	3	2	2	3
28	2	4	2	4	2
29	2	4	2	3	3
30	3	2	3	1	4
31	2	4	2	2	2
32	1	4	1	4	3
33	2	1	1	3	2
34	2	2	1	3	2
35	1	2	1	1	2
36	1	2	1	2	2
37	1	2	1	2	2
38	1	2	2	1	2
39	2	2	2	2	2
40	1	2	1	1	1
41	2	3	1	2	3
42	2	3	2	2	2
43	2	2	1	1	1
44	1	1	1	1	1
45	2	2	2	3	3
46	1	2	1	1	1
47	2	3	1	2	3
48	2	3	2	2	2

49	2	2	2	3	2
50	3	2	1	2	2
51	1	1	1	1	1
52	1	1	2	1	2
53	2	2	1	1	2
54	1	1	1	1	1
55	1	1	1	2	1
56	3	2	1	2	2
57	1	2	1	1	1
58	1	2	1	1	1
59	3	2	1	2	2
60	1	2	1	1	2
61	2	2	1	4	3
62	1	1	2	1	3
63	1	1	1	2	1
64	2	2	2	1	1
65	3	2	2	2	3
65	1	1	1	1	1
66	2	1	1	2	3
67	3	2	1	2	2
68	3	2	2	3	2
69	1	1	1	1	1
70	3	2	2	2	2
71	2	2	2	4	4
72	2	2	2	4	4
73	2	3	2	4	3

74	2	2	1	2	2
75	1	2	1	2	1
76	2	2	1	1	3
77	1	1	1	1	1
78	1	1	2	1	1
79	2	2	2	2	2
80	2	2	1	2	2
81	2	1	1	2	2
82	1	1	1	2	2
83	1	1	1	1	1
84	1	2	1	2	2
85	2	2	2	2	2
86	1	1	1	1	1
86	1	1	2	1	1
87	2	1	2	1	2
88	1	1	1	2	1
89	2	2	1	2	2
90	3	2	1	2	2
91	1	1	1	1	1
92	1	1	1	2	2
93	1	2	1	2	3
94	1	1	1	1	2
95	1	1	1	2	2
96	1	2	2	2	3
97	1	1	1	1	1
98	2	2	2	2	3

99	1	1	1	2	1
100	1	1	1	1	1
	-----	-----	-----	-----	-----
	172	128	179	151	191
	1.72	1.28	1.79	1.51	1.91

Tabla No. 3

En base a la escala utilizada se observó que el promedio de cada atributo está entre 1 y 2 por lo que se puede considerar que el producto fué muy aceptado.



### 5.3 Evaluación de nitritos.

Se determinó la cantidad de nitritos residuales en el jamón cocido enlatado, por medio del método espectrofotométrico de Conn.

-Curva patrón de nitrito de potasio-

Concentración de $\text{KNO}_2$ (mg/ml)	Absorbancia $\lambda = 320 \text{ nm}$
0.0025	0.11
0.005	0.21
0.0075	0.31
0.01	0.44
0.0125	0.60
0.0150	0.75
Problema	0.18

Por interpolación:

$$A = 0.18 \text{ ----- } 0.004 \text{ mg } \text{KNO}_2 / \text{ml}$$

$$\text{ppm } \text{KNO}_2 = \frac{\text{Concentración de muestra} \times 5 \times 1000}{\text{peso de muestra}}$$

$$\text{Concentración de muestra} = 0.004 \text{ mg } \text{KNO}_2$$

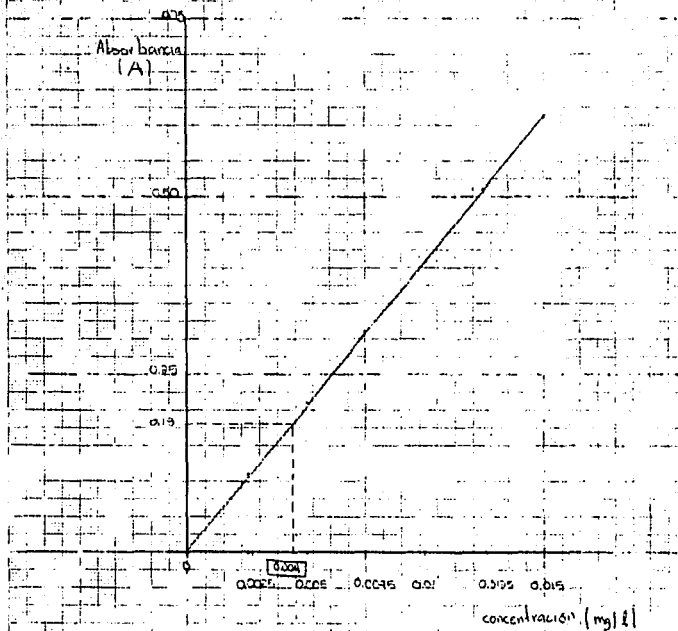
$$\text{Peso de muestra} = 2.0 \text{ gramos}$$

$$\text{ppm } \text{KNO}_2 = \frac{0.004 \times 5 \times 1000}{2}$$

$$\text{ppm } \text{KNO}_2 = 10 \text{ ppm}$$

# CURVA PATRON DE NITRITOS

$\lambda = 520 \text{ nm}$



#### 5.4 Estudio económico.

Se realizó un estudio aproximado y comparativo del costo de elaboración del jambón por el método tradicional y el proceso de enlatado. En ambos casos se supuso que se cuenta con todo el equipo necesario para su elaboración, tomándose en cuenta para obtener el costo los siguientes parámetros: materia prima, energía eléctrica, agua y mano de obra.

##### 5.4.1 Costo del jambón elaborado por el método tradicional.

###### a) Materia prima: Referido a 1 Kg.

Carne de cerdo -----	\$ 6800.00
Sal -----	\$ 7.00
Azúcar -----	\$ 3.70
Pimienta negra -----	\$ 15.50
Pimienta de cayena ----	\$ 15.50
Pimentón -----	\$ 11.00
Cebolla en polvo -----	\$ 8.50
Ajo en polvo -----	\$ 8.50
Agua -----	\$ 0.50
Fosfatos y eritorbato, glutamato y nitrito de sodio -----	\$ 500.00

Costo por kilogramo de jamón: \$ 7 370.00

b) Energía eléctrica: Referido a 1 kg, y si éste se cuece en una hora.

1 Kw-h = \$ 56.60

Costo: \$ 56.60.

c) Mano de obra: Se considera el salario mínimo para dos empleados y que se producen 10 kg por día de jamón.

salario mínimo = \$ 250 000.00 al mes

\$ 8 333.33 por día

Salarios de dos empleados por kg de jamón = \$ 1 666.00

COSTO TOTAL = \$ 7 370.00 + \$ 56.60 + \$ 1 666.00

= \$ 9 092.50 / Kg

= \$ 1 519.00 / 200 g

#### 5.4.2 Costo del jamón enlatado.

a) Materia prima: Referida a una lata de 200 g.

El costo es el mismo que en el del jamón elaborado por el método tradicional más el costo de la galletina.

Costo por lata = \$ 1 661.00

b) Energía eléctrica: Tiempo de calentamiento total es de 120 minutos, se efectúan 4 cargas por día y cada carga incluye 80 latas.

1 kw - h = \$ 56.60

2 h X \$ 56.60 X 4 cargas = \$ 452.8 80 latas

Costo por lata = \$ 6.00

c) Agua: Se requieren 10 litros por lata.

1 litro de agua = \$ 2.05

Costo por lata = \$ 20.50

d) Mano de obra: Se consideran 2 operarios con sueldo mínimo de \$ B 333.00 por día.

Costo por lata = \$ B 333.00 X 2 = \$ 16 666.00 80

= \$ 208.00

e) Costo de la lata = \$ 100.00

COSTO TOTAL = \$ 1 662.00 + \$ 6.00 + \$ 20.50 + \$ 208.00

= \$ 1 997.00 / lata

## VI ANALISIS DE RESULTADOS:

### 5.1 Materia prima.

Es importante analizar la carne como materia prima presente, ya que de ella dependerá en gran parte la calidad del producto obtenido. En base a los análisis practicados se puede determinar si es adecuada para su procesamiento.

Para determinar su grado de frescura se compararon los resultados obtenidos con los óptimos, obteniendo lo siguiente:

.determinación de bases volátiles: nos indica el grado de descomposición de las proteínas de la carne; se obtuvo un valor de 0.005 gramos de bases volátiles por 100 gramos de nitrógeno, lo cual indica que no había deterioro significativo.

.Extracto de volumen liberado: debido a la acción de las enzimas microbianas sobre las fibras musculares de la carne, éstas pierden su estructura original por lo que se incrementa la retención de agua por quedar retenida en la estructura modificada. El valor obtenido fue de 40.5 ml liberados, lo cual cae dentro del rango de 40 a 75 ml liberados, donde se considera al producto de buena calidad; un extracto menor sería

indicativo de que la descomposición se había iniciado.

.Reacción de Ebers: ésta fue negativa, lo cual indica un buen estado de conservación puesto que se ha producido menos de 0.014 mg de  $H_2S/10$  g muestra. Es otro indicativo de la descomposición de las proteínas.

.pH: la carne de buena calidad debe tener un pH ligeramente ácido, es decir menor a 7.0, por lo que al presentar la carne analizada un pH de 5.7 indica que cumple con lo esperado.

.Estimación de olor: es un parámetro subjetivo, que sirve para detectar un deterioro aparente en una muestra de carne, el olor de la carne utilizada era fresco, predominaba el olor normal y característico de la carne de cerdo.

El análisis proximal o la determinación de los macroelementos de la carne es importante por que al conocer los rangos de variación de los diferentes macroelementos (agua, grasa, proteína y cenizas) en la carne cruda, pueden llegarse a determinar algunas adulteraciones en los productos elaborados a partir de ésta carne. Estos valores están sujetos a variaciones según la raza del cerdo, tipo de alimentación, clima en el que se desarrolló, etc. En el caso de la determinación de grasa se determinó

por diferencia de peso de los demás macroelementos, debido a que la carne no contiene carbohidratos.

El análisis microbiológico indicó una elevada cuenta microbiana tanto de mesófilos aerobios como coliformes, debido a una mala manipulación de la carne desde su obtención; pero al someterla a un tratamiento térmico severo como es la esterilización comercial, éstos microorganismos fueron eliminados.

## 6.2 Formulaciones.

Primeramente se elaboró un jamón cocido por métodos tradicionales, para evaluar la formulación que posteriormente sería utilizada en el enlatado, con las modificaciones necesarias.

Las dos únicas modificaciones de la fórmula base fueron:  
reducción de nitrito de potasio de 0.025 % a 0.015%, debido a que solo se necesitó agregar la cantidad necesaria para dar color y no para inhibir a *Clostridium botulinum*, ya que el tratamiento térmico aseguró la eliminación de éste y todos los demás microorganismos. Se obtuvieron únicamente 10 ppm de  $KNO_2$  residuales, con lo que se disminuyó el riesgo



toxicológico. Esta reducción sólo es conveniente en el caso de que se cuente con el equipo de engargolado y esterilización en óptimas condiciones, y que se efectúe un estudio de penetración de calor adecuado para que no exista la posibilidad de recontaminación del jamón, ni que exista alguna espora de *Clostridium botulinum*. El objetivo de adicionar un aditivo como es el nitrito de potasio, es mejorar las características del producto y no enmascarar una práctica de mala manufactura, por lo que si se tiene el riesgo de una falla humana o técnica en el proceso se le podría adicionar mayor cantidad de nitritos para asegurar la estabilidad del producto con el tiempo y por lo tanto evitar una intoxicación, pero esto indica un proceso deficiente.

Adición de gresitina: de las tres diferentes concentraciones agregadas la más adecuada fue la de 1.5 %, ya que fue la que confirió una mejor presentación y textura al producto. La concentración de 1.0 % no formó el gel y la de 2.0 % formó un gel demasiado rígido, absorbiendo demasiada agua del producto reduciendo así su humedad, cosa que alteró las características sensoriales del producto.

### 6.3 Producto final.

Se puede observar mediante el análisis proximal del jamón cocido enlatado, que el contenido de proteínas fué superior al especificado por la norma oficial mexicana que es de 16.0%, èsto se debe a que no se adicionó ningùn tipo de adulterante; la humedad fué menor que en la carne utilizada como materia prima, debido a la adición de gnetina y por lo tanto a la formación del coloide o gel como se explicò en el punto anterior; las cenizas tambièn se incrementaron con respecto a la carne, por la adición de las sales curantes, condimentos, etc.; la cantidad de grasa no se vió alterada significativamente.

En el análisis no hubo desarrollo de ningùn tipo de microorganismo, incluso despuès de haber sometido las latas a un periodo de almacenamiento, bajo condiciones aceleradas, lo cual implica que:

a) El tratamiento tèrmico fué el adecuado, la relación tiempo temperatura fué la suficiente para destruir a Clostridium botulinum, así como los demàs microorganismos patógenos. Se determinó una variación de tiempo entre el tratamiento tèrmico teòrico y el práctico (método gráfico), ya que al realizar el

estudio de penetración de calor se observó que el punto frío de la lata alcanzaba la misma temperatura en diferentes tiempos, siendo mayor en la práctica, ya que las condiciones reales de trabajo no son las mismas a las teóricas. Por lo que es recomendable hacer un estudio de penetración de calor cada vez que se varíen las condiciones de trabajo.

b) El cierre de la lata fue bueno, impidiendo el paso de aire y microorganismos, y por lo tanto una contaminación al producto, al igual que impide el paso de agua al interior de la lata durante el enfriamiento. Se recomienda también efectuar una evaluación del cierre de la lata para asegurar que no haya una contaminación del producto.

En el análisis sensorial se observó que el producto tuvo aceptación general.

La apariencia tuvo el valor más bajo de aceptación debido a que no se contaba con el equipo adecuado en el laboratorio, como es una prensa hidráulica que permitiera el prensado dentro de la lata, por lo que se tuvo que improvisar un émbolo de madera que sólo permitió el prensado parcial de la carne curada. La textura, el olor y sabor fueron más aceptados que la textura del producto, pero se observó que los

Jueces no estaban familiarizados con este producto esperando las mismas características de los productos encontrados en el comercio, los cuales presentan grandes modificaciones en sus características sensoriales.

El color resultó ser más tenue que el comercial, debido a la reducción de nitritos, por lo que es necesario hacer una evaluación riesgo beneficio entre disminuir el riesgo toxicológico y obtener un color más intenso.

Sería recomendable efectuar un análisis sensorial representativo de todos los posibles consumidores, ya que en este trabajo no se efectuó por falta de los recursos necesarios.

El estudio económico aproximado demostró que el costo del jamón enlatado es casi igual al elaborado por el método tradicional ( \$ 178.00 más caro el enlatado). Esta diferencia se compensa y aún se incrementa a favor del jamón enlatado, si se hace la consideración de que éste no necesita de refrigeración para su conservación.

## VI CONCLUSIONES:

Se logró obtener un producto con una amplia vida de anaquel, permitiendo así su distribución en regiones que carecen de la infraestructura necesaria para elaborarlo o bien comercializarlo.

Se logró sustituir el uso de moldes y fundas para la elaboración del jamón, utilizando la lata en su lugar.

Se redujo el riesgo toxicológico al disminuir apreciablemente los nitritos residuales.

Se obtuvo un producto "Jamón cocido enlatado", con buena aceptación general en el universo muestreado.

## VIII ANEXOS:

### B.1 Métodos de análisis fisicoquímicos.

#### B.1.1 Determinación del grado de frescura.

La determinación del grado de frescura, se fundamenta en la detección de compuestos producidos durante la descomposición de las fibras musculares de la carne, y son detectados mediante las siguientes pruebas:

**BASES VOLATILES TOTALES:** Pesar 25 gramos de muestra y transferirlos a un matraz erlenmeyer de 200 ml con tapón esmerilado, con ayuda de 100 ml de agua. Colocar perlas de vidrio y agitar durante 30 minutos (evitar el calentamiento), filtrar. Transferir con una pipeta 10 ml del filtrado a una caja petri de 10 cm de diámetro con los bordes recubiertos de vaselina. Colocar 13 gotas de una solución saturada de ácido bórico en glicerina, en la parte interna de la tapa de la caja y cubrir la placa de modo que las gotas queden suspendidas. Con una pipeta añadir al filtrado 2 ml de solución saturada de carbonato de potasio y homogeneizar los dos líquidos. Dejar en reposo 24 horas a temperatura ambiente; transferir

las gotas de la tapa a un matraz erlenmeyer de 250 ml con ayuda de 60 ml de agua (pH=5.1). Añadir 1 ml de solución de rojo de metilo al 0.5 % y 3 ml de solución alcohólica de verde de bromo cresol al 0.4%. Titular con ácido clorhídrico 0.01 N hasta coloración rosada, hacer un blanco de reactivos.

Expresión de resultados:

$$BVT = \frac{0.00014 \times V \times 100}{E}$$

donde:

BVT= gramos de bases volátiles totales por 100 gramos de nitrógeno.

V= diferencia de mililitros gastados en titular la muestra y el blanco de reactivos.

E= gramos de muestra.

Ref. 31

**EXTRACTO DE VOLUMEN LIBERADO:** Se envuelve una muestra de carne de 25 gramos en papel aluminio, se introduce en la estufa a 30°C por una hora. Se homogeneiza la muestra con 100 ml de agua destilada. Se filtra y se recolecta el filtrado en una probeta graduada durante 20 minutos.

Interpretación de resultados:

volumen liberado	calidad
40 a 75 ml	buena
menos de 30 ml	descompuesta

Ref. 31

**ESTIMACION DE OLOR:** Esta prueba es subjetiva y el resultado depende de cómo, cuándo, quién y donde se efectúe.

**Interpretación de resultados**

denominación	características
fresca	predomina olor normal, de cada especie.
buena	ausencia del olor característico
ligeramente descompuesta	aparición de un signo de olor a descompuesto.
descompuesta	presencia de olores extraños indeseables.
pútrida	resulta inaceptable por olores amoniacales y sulfurosos.

Ref. 31.

**REACCION DE EBER:** Se fundamenta en la detección de  $H_2S$ , mediante: se transfirió una muestra de 10 gramos a un matraz erlenmeyer de 125 ml, se tapa el matraz con papel filtro doble previamente empapado en solución de acetato de plomo al 5.0 % y se coloca en baño maria durante 10 minutos.

**Interpretación de resultados:**

La formación de una mancha negra, indica la formación de sulfuro de plomo, como resultado de la reacción del  $H_2S$  presente en la muestra con el acetato de plomo.

Ref. 31



pH: Se homogeneizan 10 gramos de carne triturada con 10 ml de agua destilada y se procede a leer en el potenciómetro, a temperatura ambiente.

Interpretación de resultados:

La carne fresca de buena calidad, debe tener un pH ligeramente ácido, o sea menor de 7.0. Un pH mayor de 7.0 implica inicio de la descomposición por la formación de bases como producto de dicha descomposición.

#### B.1.2 Determinación de macroelementos.

**HUMEDAD:** una muestra se somete a secado en una estufa a 100 C, reportándose la pérdida de peso como humedad. Se pesa una muestra en balanza analítica y se introduce a la estufa en un peso filtros a peso constante durante 4 horas, se deja enfriar en un desecador y se pesa nuevamente.

Resultados:

% Humedad =  $\frac{\text{Peso muestra húmeda} - \text{Peso muestra seca}}{\text{Peso de muestra húmeda}} \times 100$

Ref. 29.

**CENIZAS:** Cuando se calcina un material biológico (400 a 900°C) el residuo incluye sales inorgánicas, básicamente fosfatos, carbonatos,

cloruros, sulfatos, nitratos de potasio, calcio, sodio. Se pesa analíticamente en un crisol puesto a peso constante una muestra, se carboniza a la flama de un mechero hasta no haber desprendimiento de humo, se calina en la mufla hasta no obtener variación en el peso.

#### Resultados:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Peso de cenizas} \times 100}{\text{Peso de muestra}}$$

Ref. 29

PROTEÍNAS: el método Kjeldahl se basa en la oxidación de la materia orgánica por acción del ácido sulfúrico, fijándose el nitrógeno como sulfato de amonio, posteriormente se libera por la acción de una base fuerte y se recibe en un ácido valorado. Por titulación del ácido en exceso se calcula la cantidad de nitrógeno en la muestra, y considerando que las proteínas contienen 16.0 % de nitrógenos, se obtiene el factor 6.25 que multiplicado por el % de nitrógeno, da la cantidad de proteína presente en la muestra.

Se pesan en una balanza analítica 0.5 gramos de muestra en papel delgado blanco, y se introduce en un matraz Kjeldahl de 200 ml. Se agregan 0.3 gramos de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ , 5 gramos de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  y 15 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$

concentrado. Se añaden piedras de ebullición y se coloca a digestión en la campana hasta obtener una solución completamente clara, enfriarla y diluir con 350 ml de agua destilada. Añadir 40 ml de una solución concentrada de NaOH previamente enfriada, haciéndola resbalar lentamente por el matraz con el fin de lograr la estratificación de las soluciones, añadir 0.2 gramos de polvo de zinc y conectar inmediatamente a la alargadera Kjeldahl, que está conectada a un sistema de destilación cuyo extremo se encuentra sumergido en 50 ml de HCl 0.1 N contenidos en un matraz erlenmeyer de 500 ml con 5 gotas de rojo de metilo como indicador. De mezclan las soluciones estratificadas y se colocan en una parrilla para empezar la destilación hasta un volumen de 250 ml. Titular el exceso de ácido con solución valorada de NaOH 0.1 N. Correr un blanco de reactivos.

#### Resultados:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(\text{ml blanco} - \text{ml problema}) (N_{\text{NaOH}}) (0.014) (100)}{\text{gramos de muestra}}$$

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ Nitrógeno} \times 6.25$$

Ref. 29

GRASA: Partiendo de la base que la carne no contiene carbohidratos, se calcula por diferencia.

$$\% \text{ Grasa} = 100 - (\% \text{ humedad} + \% \text{ cenizas} + \% \text{ proteínas})$$

Ref. 29

### B.1.3 Determinación de nitritos.

La determinación de nitritos por el método espectrofotométrico de Conn, se basa en la aparición de una coloración roja cuando el nitrito reacciona con el ácido sulfanílico y  $\alpha$ -naftilamina, formando un compuesto diazoico a un pH de 2.0 a 2.5.

Se pesan 2 g de muestra molida y homogeneizada en un vaso de precipitados de 50 ml, se añaden 40 ml de agua a 80 ° C y mezclar perfectamente. Se transfiere el contenido a un matraz volumétrico de 250 ml y se coloca en baño maría a una temperatura entre 70 y 80 ° C durante 2 horas, agitando cada 5 minutos. Al término se añaden 10 ml de una solución saturada de cloruro mercurico y se mezcla perfectamente, 5 ml de crema alúmina y si hay color 0.5 g de carbón vegetal activado y se enfría a temperatura ambiente, se afora con agua libre de nitritos y se mezcla. Se filtra y se determinan los nitritos de la siguiente manera: se toma una alícuota de 50 ml del filtrado y se coloca en un tubo de Nessler, se le adiciona 2 ml de la solución de ácido sulfanílico y 2 ml de la solución de  $\alpha$ -naftilamina, se mezcla y se deja reposar durante 20 minutos, se lee a 520 nm en el espectrofotómetro.

Se prepara una curva estandar adicionando en los tubos de Nessler los siguientes volúmenes de la solución patrón de nitritos: 0.0, 0.5, 2.0, 4.0, 6.0, 8.0, 10.0, 12.0, 14.0, 16.0 y 18.0 ml y se llevan a un volúmen de 50 ml y se le añade 2 ml de ácido sulfánilico y 2 ml de  $\alpha$ -naftilamina, se deja reposar 20 minutos y se lee en el espectrofotómetro a 520 nm.

Los resultados se expresan de la siguiente manera:

$$\text{ppm } ^-\text{NO}_2 = \frac{L \times 5 \times 1000}{m}$$

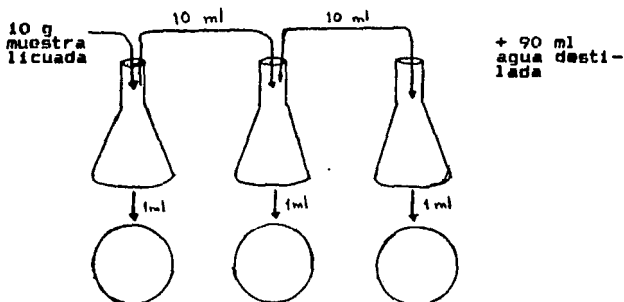
L= Lectura del problema en mg de nitrito al comparar con la curva.

m= peso de la muestra.

Ref. 31

## B.2 Analisis microbiol6gicos.

MESOFILOS AEROBIOS: diagrama esquemático para su determinación:



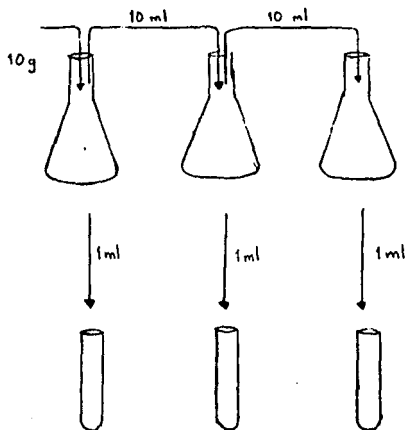
Las cajas contienen 20 ml de agar triptona extracto c/u. Se incuban a 37 C durante 24 horas. Se inocula en el medio fundido.

### Composici6n del medio:

triptona -----	5 g
extracto de levadura -----	3 g
dextrosa -----	1 g
agar agar -----	15 g
agua -----	cbp 1 litro

pH= 7.0  
Ref.

**MESOFILOS ANAEROBIOS:** Se utiliza el mismo medio que para mesófilos aerobios, para crear las condiciones de anaerobiosis se siembra en medio fundido en tubos de ensaye tapados primeramente con algodón y después con una capa de 1 cm de grosor de parafina.



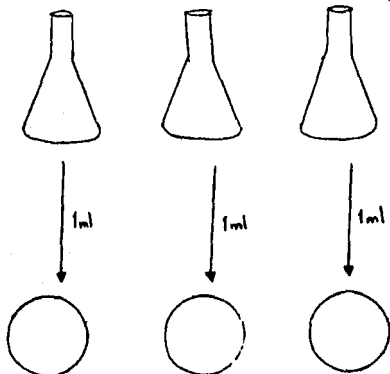
Se incuba a 37 C durante 24 horas.

Ref.

**COLIFORMES; diagrama esquemático para su determinación:**

10 gramos  
jamón  
licuado

+ 90 ml  
agua des-  
tilada



Las cajas contienen 20 ml de agar bilis cristal violeta. Se incuban 24 horas a 37 C. Se inculca en medio fundido.



Composición del medio

Peptona -----	7 g
Extracto de levadura -----	3 g
Lactosa -----	10 g
Cloruro de sodio -----	5 g
Sales biliares -----	1.5 g
Rojo neutro -----	0.03 g
Cristal violeta -----	0.002 g
Agar agar -----	13 g
agua -----	cbp 1 litro
Ref.	

### 8.3 Evaluación sensorial.

La muestra a evaluar se preparó en cubos de aproximadamente 2 cm de longitud, y se presentaron a los jueces acompañada de la siguiente encuesta.

Nombre _____	Edad _____	Sexo _____
Evalúa la muestra de acuerdo a la siguiente escala:		
1. Me gusta mucho		
2. Me gusta		
3. Ni me gusta ni me disgusta		
4. Me disgusta		
5. Me disgusta mucho		
Olor _____	Color _____	Sabor _____
Textura _____	Apariencia _____	

#### VIII BIBLIOGRAFIA:

1. Price, J. F. y Schweigertbs, LA CIENCIA DE LA CARNE Y LOS PRODUCTOS CARNICOS, Editorial Acribia, Zaragoza, España, 1976. p.lgs. 234,238,267.
2. Frazier, W. C. y Westhoff, MICROBIOLOGIA DE LOS MENTOS, Editorial Acribia, 3a. edición, Zaragoza, España, 1976.
3. Norma Oficial Mexicana, NOM-F-123-S-82, "Diario Oficial de la Nación", 24 de Diciembre de 1982.
4. U.S.F.D.A, BACTERIOLOGICAL ANALYTICAL MANUAL FOR FOODS, Food engineering, Marzo 1962.
5. Lopez Anthony, A COMPLETE COURSE IN CANNING, book 1, 11th. edition, The canning trade, Baltimore, U.S.A., 1981.
5. Lopez Anthony, A COMPLETE COURSE IN CANNING, book 2, 11th. edition. The Canning Trade, Baltimore, U.S.A., 1981. p.lg. 34
7. Kranlich, Pearson y Tauber, PROCESSED MEATS, AVI Publishing and Company, Inc., West Port, Connecticut.
8. Gerrard, Frank, MEAT TECHNOLOGY. 1960
9. Gracy, J.F., THORNTON'S MEAT HYGIENE, Bailliére Tindall Editors, 7th. edition, London, England, 1931.
10. Gutcho, M., CARNE, SUSTITUTOS Y PATENTES.
11. Komorik, Fressler, Long, FOOD PRODUCTS FORMULARY, volume 1, Meats, poultry, shellfish. AVI publishing Company, West Port, Connecticut.
12. Livia, Albert, THE MEAT HANDBOOK, AVI publishing and company. West Port, Connecticut. 1970.
13. Karmas, Endel, PROCESSED MEAT TECHNOLOGY, "Food Technology Review no. 35", NDC (noyes data corporation) London, England. 1976.
14. Valle Vega Pedro y Merson Richard L, PROCESAMIENTO TERMICO DE ALIMENTOS ENLATADOS, Universidad Autónoma de Chapingio, México, 1983.

15. Stumbo, C.R., THERMOBACTERIOLOGY IN FOOD PROCESSING, Academic Press, 2nd. edition, New York, 1973.
16. INDUSTRIA MEXICANA (Situación y perspectivas), CONCAMIN, Editorial de CONCAMIN, 1984.
17. DIRECTORIO DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA MEXICANA, Editorial Directorios Industriales, 4a. edición, Noviembre, 1987.
18. Presidencia de la República, SPP, SFCOFI, SERIE DE PRODUCTOS BASICOS ALIMENTICIOS, Analisis y expectativas, Talleres gráficos de la Nación, 1981.
19. "Diario Oficial", primera sección, Cap. V. 1988
20. Desrosier, N. W., CONSERVACION DE ALIMENTOS, Compañía editorial Mexicana, 2a. edición, México, D. F., 1974.
21. Burrows, W., TRATADO DE MICROBIOLOGIA, Editorial Interamericana, S. A., vigésima edición, México, D. F., 1974.
22. Potter, N. N., LA CIENCIA DE LOS ALIMENTOS, Edutex, S. A., 1a. edición, México 1973.
23. F.D.A., THE MICROBIOLOGY OF CANNING, Inspector Operation Manual, U.S.A.
24. American Can Company, CALCULATION OF PROCESSES FOR CANNED FOOD, American Can Co. Barrington, Illinois.
25. Burgstrom, G., PRINCIPLES OF FOOD SCIENCE, The MacMillan Co. 2nd. edition, London, England. 1969.
26. Jay, J.M., MICROBIOLOGIA MODERNA DE LOS ALIMENTOS, editorial Ascribia, S. A., 1a. edición. Zaragoza, España, 1973.
27. Manuales para educación agropecuaria, ELABORACION DE PRODUCTOS CARNICOS, SEP/Trillas, 1a. edición, México, 1985.
28. Manuales para educación agropecuaria, OBTENCION DE CARNE, SEP/Trillas, 1a. Edición, México, 1985.
29. OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF THE ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, (AOAC), 1980.

30. Garziko, M. y Medraza, T., INSPECCION DE LOS PUNTOS CRITICOS DURANTE EL PROCESO DE ALIMENTOS ENLATADOS DE BAJA ACIDEZ, Tesis, México, D. F., 1981.
31. MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS II, Facultad de Química, Ciudad Universitaria, México, 1988.
32. Valle Vega, Pedro, TOXICOLOGIA DE LOS ALIMENTOS, Facultad de Química, C.U., México 1986.

#### VISITAS Y CONSULTAS PERSONALES:

1. Q. Irma Castañeda, Departamento de alimentos y bebidas, S. S. A.
2. I.R. Gustavo Moreno López, Jefe de Control de Calidad de SIGMA, ALIMENTOS.
3. Enrique Borrego, Jefe de Producción de EMPACADORA SELVA NEGRA.
4. Ramón Ribn, Director General de EMPACADORA RIOJANO.
5. Q.F.B. Sergio Ramírez, Desarrollo de Productos, Instituto Nacional del Consumidor.
6. I.Q. Josefina Viades, Profesora de Control de Calidad de Facultad de Química.
7. Visita a SIGMA ALIMENTOS.
8. Visita a EMPACADORA SELVA NEGRA.
9. Visita a CLEMENTE JAQUES.