



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

CUAUTITLAN

ENVASE Y EMBALAJE DE ALIMENTOS:
PELICULAS PLASTICAS EN EL ENVASADO A
VACIO DE CARNE FRESCA

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERA EN ALIMENTOS
P R E S E N T A

VERONICA PACHECO CID

ASESOR: I.A. ALFREDO ALVAREZ CARDENAS



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 esta 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.



VIVIENDA NACIONAL  
AVENIDA 14  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Envase y Embalaje De Alimentos: Películas Plásticas En El  
Envase A Vacío De Carne Fresca.

que presenta la pasante: Verónica Pacheco Cid  
con número de cuenta: 9450212-3 para obtener el título de :  
Ingeniera E. Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

AT E N T A M E N T E  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 18 de Mayo de 2001.

MODULO	PROFESOR	FIRMA
<u>II</u>	<u>I.A. Alfredo Alvarez Gárzaana</u>	<u>[Firma]</u>
<u>I</u>	<u>Dr. José Luis Ariona Roman</u>	<u>[Firma]</u>
<u>II</u>	<u>I.Q. Fernando Mava Servín</u>	<u>[Firma]</u>

## **AGRADECIMIENTOS**

**A DIOS. Por darme la vida y una familia maravillosa.**

**A MIS PADRES. Por ser mi mayor apoyo en la vida y estar conmigo siempre, por su paciencia las noches de espera y por todo el amor que me han dado.  
¡Gracias!**

**A la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, a la 18ava. generación de la carrera de Ingeniería en Alimentos.**

**A todas las personas que de alguna u otra manera ayudaron a mi formación académica.**

**Gracias.**

## **DEDICATORIAS**

**A MIS PADRES.** Por recibir de ellos su amor, cariño y apoyo en todo momento. Por haberme impulsado a culminar mis estudios, que sin ellos tal vez no lo habría logrado.

**A MI HERMANO.** Por su apoyo y cariño.

**A MIS ABUELITOS.** Por su gran ejemplo de honradez, humildad y sólidos valores.

**A MIS AMIGAS.** Rubicela A. F<sup>(1)</sup> y Guadalupe Ponce C. con quienes compartí grandes sueños.

# I N D I C E

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>PROBLEMA Y OBJETIVOS</b> .....	4
<b>1. ANTECEDENTES.</b>	
1.1. Conversión del músculo en carne.....	5
1.2. Agentes que afectan la calidad de la carne fresca.	
1.2.1. Los sustratos.....	7
1.2.2. El color de la carne.....	9
1.2.3. Pérdida de peso.....	11
1.3. Desarrollo y crecimiento microbiano.....	12
1.3.1.. Microorganismos.....	14
<b>2. CONSERVACIÓN DE LA CARNE FRESCA.</b>	
2.1. Conservación por frío.....	17
2.1.1. Refrigeración.....	17
2.1.2. Congelación.....	19
2.2. El envasado como coadyuvante de la conservación.....	21
2.2.1. El envasado a vacío de carne fresca. ....	22
2.2.1.1. Funciones del envase.....	23
2.2.2. Efectos del envasado a vacío.....	25

### **3. ENVASADO A VACÍO DE CARNE.**

3.1. Principio del envasado a vacío.....	28
3.2. Sistemas de envasado a vacío	
3.2.1. Método de la bolsa retráctil.....	29
3.2.2. Método de la bolsa no retráctil.....	30
3.2.3. Método de termoformado.....	31
3.3. Equipos de envasado a vacío:	
3.3.1. Tubo de vacío.....	33
3.3.2. Cámara de vacío.....	34
3.3.3. Equipo de rollos de laminado.....	36
3.4. Materiales de envase plásticos para alimentos	
3.4.1. El plástico y sus características.....	37
3.4.1.1. Características generales de los plásticos.....	37
3.5. Requerimientos del material de envase.	
3.5.1. Barrera al oxígeno.....	41
3.5.2. Barrera al vapor de agua.....	42
3.5.3. Resistencia al rasgado.....	43
3.5.4. Resistencia a la tensión.....	44
3.6. Películas flexibles en el envasado a vacío de carne fresca.	
3.6.1. Materiales con función de barrera.....	47
3.6.2. Materiales con función de resistencia.....	49
3.6.3. Materiales con función de sellado.....	52

## INDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Reacciones del color en la carne fresca.....	9
Figura 2. Termómetro de los alimentos.....	16
Figura 3. Crecimiento microbiano de la carne envasada.....	25
Figura 4. Tubo de vacío.....	34
Figura 5. Cámara de vacío.....	35
Figura 6. Termoformado.....	37
Figura 7. Ejemplo de película compuesta.....	46
Figura 8. Proceso de coextrusión.....	55
Figura 9. Proceso de laminado.....	56

## INDICE DE CUADROS.

Cuadro 1. Agentes que afectan la calidad de la carne fresca.....	7
Cuadro 2. Inhibición de las <i>Pseudomonas</i> .....	26
Cuadro 3. Principales materiales termoplásticos.....	38
Cuadro 4. Principales materiales termofijos.....	39
Cuadro 5. Permeabilidad a los gases.....	42
Cuadro 6. Permeabilidad al vapor de agua.....	43
Cuadro 7. Películas coextruidas y películas laminadas.....	45
Cuadro 8. Materiales elegidos para envasado a vacío de carne.....	47



3.7. Fabricación de películas flexibles.	
3.7.1. Proceso de coextrusión.....	54
3.7.2. Proceso de laminado.....	55
3.8. Selección del material de envase.	
3.8.1. Criterios de selección.....	57
4. TENDENCIAS FUTURAS.....	59
CONCLUSIONES.....	62
BIBLIOGRAFÍA.....	64

## RESUMEN.

El presente trabajo describe inicialmente los antecedentes necesarios para comprender la importancia de los cambios *postmortem* de la carne fresca, así como los principales métodos de conservación y la importancia del uso de películas plásticas como coadyuvantes de dichos procesos desempeñando la función de envase. Dentro de ésta información se destaca la aplicación de vacío en el envasado de la carne fresca, las funciones mismas del envase y sus efectos finales en el producto. De igual importancia resulta la descripción y principio de funcionamiento de los equipos y sistemas de envasado que llevan a cabo el proceso de vacío.

Se hace también mención en éste trabajo de los materiales plásticos para el envasado de los alimentos, su clasificación, características y requerimientos necesarios para que desempeñen su función como material de envase en un proceso de vacío.

Así mismo se describen los principales plásticos flexibles para el envasado a vacío de carne fresca como son las películas compuestas, las propiedades de cada una de ellas, así como sus procesos de fabricación, llegándose finalmente a establecer los criterios de selección que se consideran más sobresalientes para seleccionar una película flexible en un proceso de envasado a vacío de carne fresca.

## INTRODUCCIÓN.

El envase de un producto tiene un significado muy diferente para cada persona, para la gran mayoría, el envase pasa desapercibido hasta el momento en que dicho producto se va a consumir y el envase se tiene que destacar. Suele pensarse que el envase es un objeto común y barato, pero no es así, ya que cumple con muchas funciones además deberá ser económicamente accesible al mercado.

La primera misión del envase es la de proteger el producto que contiene frente a influencias externas que pueden ser de tipo mecánico, como choques, caídas, o fisicoquímicas como las producidas por frío o calor, humedad, etc. La protección del producto envasado proporciona simultáneamente una muy notable mejora en el manejo de los productos. Así el envase facilita el transporte, asegura determinadas unidades de tamaño, permite clasificar la mercancía por tipos simplificando el almacenaje.

El envase además se ha hecho cargo de tareas de información, publicidad, distribución ya que debe servir para el transporte, facilitar los procesos de llenado y cierre así como su fácil apertura y finalmente ser apropiado para el consumidor.

Como consumidor el hombre se encuentra en constante cambio de sus costumbres, por lo que el envase debe cumplir también con la planificación,

forma y realización de su actividad de compra, que tendrá que seguir adaptando a sus nuevas realidades.

Con un alimento perecedero como es la carne, el envasado favorece el mantenimiento de la frescura del producto durante largos periodos de tiempo. El envasado de productos cárnicos para el consumo comenzó con el desarrollo de la industria del supermercado (autoservicio). En su mayor parte la carne fresca todavía se corta y envasa en la trastienda del supermercado; sin embargo en los últimos años principalmente las carnes rojas son ahora envasadas en el matadero y distribuidas al supermercado tanto por criterios económicos como por la mejor capacidad del matadero de proporcionar un mejor envasado.

El desarrollo de películas flexibles y del envasado a vacío para conservar los cortes de carne constituye uno de los mayores logros de esta época. El envasado a vacío es la principal herramienta utilizada para envasar carne fresca, ya sea a nivel del consumidor como a nivel del distribuidor.

Es obligado un conocimiento básico de la función del envase, de cómo protege al producto y mantiene la calidad natural y extiende su vida útil, y de los materiales utilizados en un sistema de envasado dado.

## **PROBLEMA:**

Uso de películas plásticas en el envasado a vacío de carne fresca.

## **OBJETIVO GENERAL:**

Dentro del amplio panorama del uso de películas plásticas en el envasado de los alimentos, analizar las características de éstos materiales y sus aplicaciones en el sistema de envasado a vacío de carne fresca.

### **Objetivo Particular 1.**

Describir los sistemas de envasado a vacío en función de las características del equipo y del tamaño de las piezas, propiedades del material y del sistema de producción.

### **Objetivo Particular 2.**

Analizar los diferentes materiales plásticos disponibles, así como sus características propias para ser utilizados en el envasado a vacío de carne.

### **Objetivo Particular 3.**

De acuerdo a los requerimientos del producto y sistema de envasado, definir los criterios de selección del material de envase, para su aplicación en el envasado a vacío de carne fresca.

Capítulo I

# **1. ANTECEDENTES.**

## **1.1. Conversión del músculo en carne.**

La carne se compone de muchos tipos de tejido, como los encontrados en nervios, grasa y vasos sanguíneos, su componente más abundante es el músculo. Las propiedades físicas del tejido muscular y de los tejidos conectivos son de suma importancia para establecer la utilidad de la carne como alimento.

Los músculos almacenan una pequeña cantidad de oxígeno unido al pigmento de mioglobina. En los animales vivos el oxígeno se absorbe en los pulmones, siendo transportadas a las células corporales por la hemoglobina, el pigmento sanguíneo. La mioglobina muscular tiene una mayor atracción por el oxígeno que la hemoglobina, lo que ayuda a la transferencia del oxígeno desde la sangre a las células musculares; la mioglobina proporciona un sistema de almacenamiento del oxígeno hasta que lo emplean las células para su metabolismo. La cantidad de oxígeno almacenado de esta forma es solamente la suficiente para permitir las reacciones oxidativas durante un período de tiempo breve.

A medida que el aporte de oxígeno almacenado disminuye como consecuencia de la falta de suministro de sangre, cesa el funcionamiento de la ruta metabólica aeróbica y la energía se desplaza entonces a la ruta anaeróbica de una forma muy similar, produciendo mucho menos energía en forma de ATP.

Puesto que el músculo no dispone de sistema circulatorio, el ácido láctico permanece y aumenta su concentración a medida que prosigue el metabolismo; continúa acumulándose hasta que casi todo el glucógeno original almacenado en el músculo ha sido agotado. Esta acumulación de ácido láctico determina un descenso de pH muscular siendo uno de los cambios *postmortem* más significativos que acontecen en el músculo.

Otro de los cambios *postmortem* importante durante la conversión del músculo en carne, es la rigidez de los músculos después de la muerte, fenómeno conocido como *rigor mortis*. La rigidez observada en dicho proceso se debe a la formación de enlaces cruzados permanentes entre los filamentos de actina y de miosina del músculo, dando como resultado cambios físicos tales como pérdida de elasticidad y extensibilidad, acortamiento y aumento de la tensión; se considera éste fenómeno de *rigor mortis* como una contracción muscular irreversible (Price, 1994).

## **1.2. Agentes que afectan la calidad de la carne fresca.**

Los principales agentes de deterioro de la carne (Cuadro 1) comprenden las enzimas naturalmente presentes en el músculo, los microorganismos y los compuestos bioquímicos que existen en estos. Las enzimas son catalizadores naturales de las reacciones bioquímicas que aceleran los procesos respiratorios y anabólicos; así mismo los microorganismos utilizan a la carne



como fuente de nutrientes y los convierten en sus componentes bioquímicos básicos.

*Cuadro 1. Agentes que afectan la calidad de la carne fresca.*

<b>CAMBIOS</b>	<b>EFFECTOS</b>
1. Bioquímicos	Oxidación de la carne ----- Decoloración.
2. Microbianos	Oxidación de la grasa ----- Rancidez. Degradación aeróbica ----- Color pardo. Olor repugnante. Apariencia desagradable.
3. Físicos	Deshidratación-----Pérdida de peso

*(Cryovac, 1998)*

### **1.2.1. Los Sustratos.**

Los componentes de la carne, como posibles nutrientes para el crecimiento microbiano, son principalmente las proteínas y los lípidos, éstos deben degradarse antes de que las bacterias puedan utilizarlos. La mayoría de las proteínas y de los lípidos son insolubles y, por tanto, inaccesibles al ataque microbiano directo mientras no se degraden parcialmente.

Los compuestos nitrogenados solubles de bajo peso molecular, como la creatina y los nucleótidos, se producen en las primeras reacciones bioquímicas del rigor *postmortem*. Las concentraciones de otros componentes

nitrogenados, como los aminoácidos y los péptidos, tienden a incrementarse con el tiempo, debido a la proteólisis enzimática.

Otros sustratos como el ácido láctico, el glucógeno residual y la glucosa proceden del glucógeno, el hidrato de carbono muscular, que se degrada durante el desarrollo de rigor *postmortem*. Cuando el glucógeno muscular se agota antes del sacrificio debido al estrés del animal, la cantidad de ácido láctico que se forma puede ser menos de la mitad del que se genera en músculos con un buen aporte de oxígeno.

El pH final del músculo viene determinado por la cantidad de ácido láctico que procede de la hidrólisis enzimática del glucógeno. En el músculo normal, el pH será próximo a 5.5, pero en músculos donde se ha agotado el glucógeno, el pH puede permanecer incluso por arriba de 6.0.

Dado que las superficies de la canal tienden a perder humedad durante la refrigeración, los tejidos adiposos de la superficie de la canal pueden no contener suficiente humedad para permitir el crecimiento microbiano. La mayor parte del tejido graso de la carne son triglicéridos, pero también suero sanguíneo (*Brondy, 1996*).

### 1.2.2. El color de la carne.

El principal pigmento de la carne fresca es la mioglobina que puede existir en tres formas en función de la situación del oxígeno en el ambiente que rodea la carne, éstas son: la mioglobina reducida (Mb), oximioglobina (MbO<sub>2</sub>) y la metamioglobina (Mb<sup>+</sup>). La mioglobina reducida es de color púrpura y es responsable del color de la carne inmediatamente después del corte, o del color de la carne conservada en ausencia de aire, por ejemplo, en los envases al vacío; la oximioglobina es de color rojo brillante, el color atractivo típico de la carne completamente oxigenada y la metamioglobina es parda y esta formada por la oxidación de los pigmentos a la forma férrica. El color real de la carne fresca depende de la cantidad relativa de estos tres derivados presentes en la superficie (figura 1).

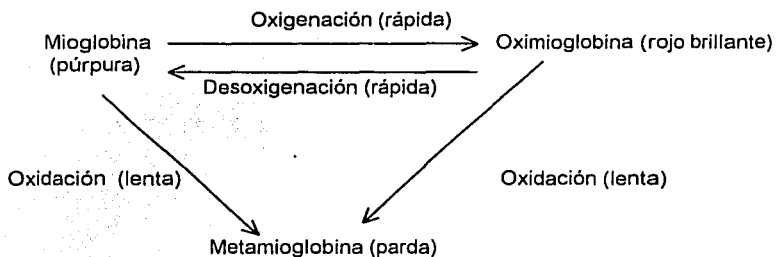


Figura 1. Reacciones del color en la carne fresca (Parry, 1995).

La carne *prerigor* tiene una velocidad muy alta de consumo de oxígeno. lo que provoca una mínima penetración en la superficie de la carne durante varias horas *postmortem*; sin embargo después de un par de días la carne expuesta durante varias horas al aire se vuelve roja y la penetración del oxígeno puede ser de 6-7 mm. En particular con un consumo abundante de oxígeno, la mioglobina se oxigena a oximioglobina, la forma ferrosa rojo brillante del pigmento. Por otra parte, una presión parcial de oxígeno baja, favorece la oxidación del pigmento y la formación del derivado parco metamioglobina. Estas dos reacciones oxigenación y oxidación, se producen en la superficie de las carnes recién cortadas.

Los pigmentos, antes mencionados, pueden existir conjuntamente en la superficie de la carne cortada, la oxigenación se produce rápidamente, de modo que la carne se vuelve roja entre media hora y una hora a 5°C. La oxidación a metamioglobina, sin embargo, se produce mucho más lentamente, inicialmente aparece cerca del límite de penetración de oxígeno, como una fina capa parda y gradualmente se vuelve gruesa y se extiende hacia el exterior de la superficie. La carne se vuelve gradualmente oscura durante los siete días siguientes por la difusión y la gradual acumulación del pigmento metamioglobina a lo largo de la capa superficial.

Diferentes factores afectan a la profundidad real de la oximioglobina. entre los que se incluye la duración de la exposición a la atmósfera, temperatura,

concentración del oxígeno, consumo y difusión a través de los tejidos (Parry, 1995).

### **1.2.3. Pérdida de peso.**

Cuando la carne se expone al aire, pierde peso por evaporación y su superficie comienza a oscurecerse a medida que se seca. La carne contiene aproximadamente un 75% de agua en los tejidos magros y la capacidad de la estructura proteica para retener esta agua en el interior de los tejidos es de gran importancia para conservar la calidad de la carne fresca envasada. El exudado de agua libre, es indeseable, incluso cuando está presente en cantidades pequeñas, le proporciona a la carne un aspecto desagradable a la vista y puede inducir a su rechazo. La mayor parte del agua de la carne esta retenida en las miofibrillas en los estrechos canales existentes entre los filamentos de la proteína básica de los músculos actina y miosina. Las pérdidas de agua en la carne que se produce en el exudado esta producida por la contracción de las miofibrillas así como el perimio y el endomio, tejidos conectivos que rodean las miofibrillas, fuerza al fluido a lo largo del espacio que existe entre las fibras y la cubierta que le rodea hasta el final del corte de la carne.

A un grado de concentración miofibrilar corresponde un mayor exudado ya que la retracción de las fibras se produce durante la conversión del músculo a

carne cuando el ATP se agota y se forman enlaces cruzados entre los miofilamentos; además el pH desciende desde aproximadamente 7.0 en el músculo vivo a aproximadamente 5.5 en el rigor (Parry, 1995).

### **1.3. Desarrollo y crecimiento microbiano.**

El interior de los tejidos musculares de los animales sacrificados en condiciones higiénicas razonables suelen ser estériles, ya que los microorganismos no pueden penetrar en el tejido muscular hasta que producen enzimas proteolíticas, lo que no ocurre hasta que se encuentra muy avanzado el crecimiento exponencial de los microorganismos. Una vez que las enzimas han actuado, el músculo suele estar cubierto de limosidad y esta claramente alterado y los microorganismos pueden entonces desarrollarse en la superficie.

Los microorganismos que se encuentran en medios ricos en nutrientes utilizan preferentemente sustratos como azúcares simples, sin embargo los azúcares simples como la glucosa, están en concentraciones muy bajas en la carne y a medida que aumenta la densidad microbiana se consumen los sustratos, mismos que disminuyen su concentración en la superficie; desarrollándose un gradiente de concentración desde la superficie hacia el interior del músculo y en sentido inverso algunos sustratos se difunden hacia la superficie desde el interior de la carne. Pero la velocidad de difusión puede ser demasiado baja para atender la demanda creciente de microorganismos, por lo que la

concentración de los sustratos disminuye en la superficie hasta niveles no detectables y los microorganismos entonces atacan sustratos secundarios, como aminoácidos y otros productos de la degradación proteica.

La densidad celular a la que comienza el ataque de los sustratos secundarios depende de los microorganismos implicados, la temperatura, la concentración inicial de los sustratos y si la degradación es llevada a cabo por metabolismo oxidativo o fermentativo.

El ataque inicial de los microorganismos a los triglicéridos de la grasa es casi nulo al principio de la alteración, por lo que la cobertura de grasa de la canal contribuye a mantener un recuento microbiano bajo. El crecimiento microbiano en el tejido adiposo fresco tiene lugar a expensas de los mismos componentes solubles hidrocarbonados y protéicos de bajo peso molecular del tejido muscular.

Los nutrientes del tejido adiposo se encuentran a concentraciones inferiores que en el músculo, y la velocidad de difusión de otros sustratos a la superficie es significativamente menor, por lo tanto el tejido adiposo no suele aportar nutrientes que participen en la alteración microbiana, aunque si puede producirse enranciamiento como resultado de las interacciones con el oxígeno del medio ambiente exterior. Cuando mayor sea la relación de la superficie

respecto al volumen del músculo, mayor será la disponibilidad de sustratos para los microorganismos y la alteración será más rápida (Brody, 1996).

### 1.3.1. Microorganismos.

Entre los microorganismos alterantes de la carne suelen predominar *Pseudomonas*, *Moraxella* y *Acinetobacter*, bacterias aerobias Gram negativas, pero son las *Pseudomonas* los microorganismos aerobios que con mayor frecuencia se encuentran en cantidades suficientes como para desempeñar un papel significativo en la alteración de la carne.

El comienzo de la alteración en aerobiosis es función del metabolismo de las *Pseudomonas* ya que inicialmente éstas bacterias crecen a expensas de la glucosa y no producen metabolitos de olor desagradable; sin embargo cuando aumenta la carga microbiana comienzan a utilizar aminoácidos y el pH de la carne se eleva como consecuencia de la degradación de dichos aminoácidos, al mismo tiempo que se forman otros productos incesables, como aminas orgánicas y sulfuros las cuales generan olores y sabores repugnantes (Brody, 1996).

La alteración de la carne fresca almacenada al aire bajo condiciones de refrigeración se debe principalmente al metabolismo de las *Pseudomonas* mencionadas anteriormente de las cuales son importantes *P. fluorescens*, *P.*



*putida* y *P. frági*, estos organismos provocan el incremento del olor pútrido normalmente asociado a la alteración de la carne y producen ocasionalmente la formación de viscosidad cuando las poblaciones alcanzan  $10^8$  organismos/cm<sup>2</sup>. Este tipo de bacterias requieren oxígeno para su crecimiento, pero pueden multiplicarse con concentraciones de solo 1% (Parry, 1995).

Otras bacterias que pueden participar en la alteración de la carne son las tolerantes al frío como las enterobacterias y *B. thermosphacta*, que provocan acidificación en ausencia de aire, pero se inhiben a altas concentraciones de CO<sub>2</sub>. Estas condiciones favorecen el crecimiento de bacterias acidolácticas (*Carnobacterium*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*), que producen la típica acidificación láctica en la carne (Buys, 1993).

La carga microbiana inicial ofrece un marcado efecto en el almacenamiento de la carne fresca, sin embargo, al reducir al mínimo la contaminación interior durante todas las fases subsiguientes de manipulación, procesado, envasado y almacenamiento es indispensable para mantener las propiedades de calidad óptimas de la carne y prolongar su vida útil; para conservar dicha calidad es indispensable mantener constantes las temperaturas de almacenamiento. En la figura 2 se muestra el efecto de la temperatura en el crecimiento y actividad de los microorganismos (Price y Schweigert, 1994).

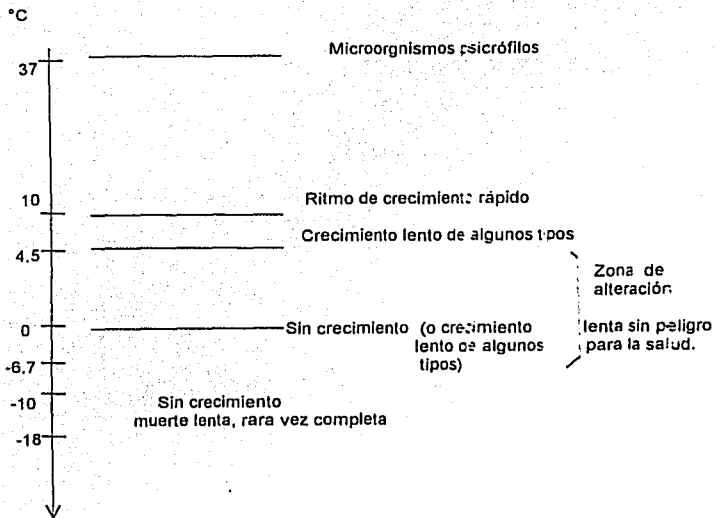


Figura 2. Termómetro de los alimentos (Price y Schweigert. 1994).

# Capítulo II

## **2. CONSERVACION DE LA CARNE.**

Para prolongar la vida útil de la carne y para su almacenamiento es absolutamente imprescindible el conservarla de alguna manera. Los métodos más empleados para este fin son métodos físicos como el empleo del frío.

### **2.1. Conservación Por Frío.**

#### **2.1.1. Refrigeración.**

La refrigeración tiene por objeto la eliminación del calor natural de la carne para impedir la rápida aparición de procesos de descomposición, consiguiendo así una prolongación corta de la conservación de la carne fresca. El efecto conservador de las temperaturas de refrigeración, consiste en un impedimento de la multiplicación de los microorganismos causantes de la alteración presentes en la carne durante cierto tiempo, ya que no tiene lugar la muerte de dichos microorganismos, o solo sucede en pequeñas cantidades, sino que por el contrario, numerosas bacterias, levaduras y mohos, después de un corto tiempo de impedimento pueden comenzar a multiplicarse en la superficie y aún en el interior de la carne, provocando su descomposición (*Prandl, 1994*).

Para inhibir el crecimiento microbiano, las canales deben enfriarse tan rápido como sea posible a temperaturas de  $-3$  a  $1^{\circ}\text{C}$ , para que esto se lleve a cabo se requiere que la velocidad del aire de la cámara frigorífica sea adecuada ( $1-3$  m/s). La velocidad de enfriamiento depende del tamaño y forma de la canal, de

su temperatura y de la intensidad del recubrimiento graso, así como de la temperatura y de la circulación del aire dentro de la cámara; las canales de vacuno pesado pueden requerir hasta 24 horas para enfriarse a 1°C, las canales de vacuno más ligeras de ternera, cordero y cerdo entre 24 y 36 horas.

En las condiciones normales de almacenamiento, en una atmósfera de aire húmedo y frío, la formación de limos en la superficie de la carne debido a la proliferación de bacterias aerobias criófilas surge a 3°C y tarda de 3 a 4 días. Esto se puede retardar con una ventilación de aire frío, pero puede provocar una deshidratación excesiva (*Brody, 1996*).

La carne almacenada en refrigeración se reseca rápidamente hasta que la humedad uniforme existente sobre la superficie disminuye tanto que se aproxima a la humedad relativa ambiental de la cámara de refrigeración; mediante la continua difusión de humedad desde el seno de la carne a su superficie o por desecación del aire ambiental del sistema de refrigeración continúa constantemente el proceso de evaporación. Cuanto más rápido es el paso de la humedad desde el interior de la carne a su superficie y cuanto mayor es la superficie de la carne en relación con el volumen, con mayor velocidad se reseca la carne y a medida que aumenta la velocidad del aire, aumentan también las pérdidas de peso por evaporación; por lo que se recurre a atmósferas condicionadas: humedad relativa de 80 a 90% y contenido en anhídrido carbónico del 10 al 20% (para inhibir el crecimiento de

*Pseudomonas*), o bien el envasarse en películas plásticas que posean características especiales de permeabilidad al gas, considerando además el tamaño de las piezas de carne, la composición, etc.

Para que la refrigeración sea un buen método de conservación de la carne es de importancia que el manejo de la misma sea en condiciones higiénicas, para reducir al máximo el crecimiento de los microorganismos y mantener esas condiciones a lo largo del proceso.

### **2.1.2. Congelación.**

Por la acción de la temperatura de congelación, la carne alcanza un estado en el que puede conservarse durante largo tiempo sin modificaciones esenciales de sus características naturales, pues por la congelación se impide inmediatamente el comienzo de los procesos de descomposición que en circunstancias normales comienzan rápidamente; esta acción de conservación se mantiene durante todo el tiempo que la carne permanece congelada (*Price, 1994*).

La congelación de canales o grandes cuartos de carne, se realiza en cámaras con aire forzado, a temperaturas de  $-30^{\circ}\text{C}$  y es a esas condiciones que comienza en la carne la formación de cristales de hielo, anulándose casi completamente los procesos que ocurren en la carne, la acción de las enzimas

y la proliferación de microorganismos se inhibe casi por completo, al congelarse el agua necesaria para dichos procesos. El agua cristaliza primero en el tejido conjuntivo intercelular y más tarde en el interior de las células. El tamaño y la estructura de los cristales de hielo formado dependerá de la velocidad de congelación y del control de la temperatura

Durante la formación inicial de cristales de hielo especialmente en los espacios extracelulares se desarrolla en el músculo un aumento en la concentración salina. Este aumento de la concentración de sal, junto a un posible cambio de pH es capaz de originar amplia desnaturalización de las proteínas musculares. Estas proteínas pierden gran parte de su capacidad de retención de agua, esta pérdida junto con la alteración celular (ruptura mecánica de las células musculares por los cristales de hielo) es responsable en gran medida del exudado de deshielo.

Por lo general mediante el proceso de congelación no se inactivan las enzimas y muchas siguen actuando en la carne congelada, principalmente las que actúan sobre las grasas, liberando a los ácidos grasos de los lípidos de la carne, estos ácidos grasos libres pueden experimentar oxidación o combinarse con proteínas y desnaturalizarlas; este problema es espacialmente importante en carnes con elevado contenido de ácidos grasos insaturados tales como la carne de cerdo.

La carne no debe congelarse antes de la aparición del *rigor mortis*, si se hace el músculo puede contraerse en el deshielo y causar aumento de la dureza y exudación de líquido, este exudado además de ser desagradable a la vista provoca pérdidas económicas y nutritivas (*Prandl, 1994*).

La carne cuidadosamente congelada y correctamente almacenada es equiparable a la carne fresca, aún cuando haya estado largo tiempo en el almacén, siempre y cuando la descongelación se efectúe en forma adecuada (*Price, 1994*).

## **2.2. El envasado como coadyuvante en la conservación.**

La distribución de la carne fresca es una operación compleja en la que la carne se manipula hasta llegar al consumidor. Aunque en el comercio minorista de alimentos se adquiere la carne por su color y peso, en comedores colectivos, hoteles y restaurantes se venden los productos por la calidad del producto cocinado, su dureza, su sabor y principalmente por el tamaño de la porción de carne; éstas diferencias tienen importancia ya que están relacionadas con el tipo de envasado que se emplea, por lo tanto el color no tiene tanta relevancia en éstas circunstancias (*Brody, 1996*).

Con el desarrollo de nuevos materiales de envase específicamente diseñados para la carne, es posible alcanzar nuevos objetivos, entre los que se incluyen



la mejora de la vida de anaquel una mejor forma de presentación y hacen más atractiva a la carne para el consumidor.

Algunas canales y piezas cárnicas pueden contaminarse a partir del ambiente al que se exponen durante la distribución y manipulación por lo que frecuentemente la carne se almacena bajo películas de polietileno o cloruro de polivinilo retráctil y permeable al gas o mejor aún bajo vacío en películas de cloruro de polivinilideno impermeable al oxígeno; el metabolismo *postmortem* conduce en éste último caso, al establecimiento de una relación  $CO_2/O_2$  favorable a la conservación; debiéndose además manipularse la carne antes del envasado y durante la distribución a una temperatura entre  $-2$  a  $0^{\circ}C$ , ya que la refrigeración será de gran importancia para que el envasado tenga éxito, además de seguirse un programa muy estricto de higienización y sólo de esta manera puede lograrse aumentar la vida útil de la carne (Brody, 1996).

Uno de los métodos más utilizados en la conservación por envasado de la carne es el empleo de vacío, el cual consiste en mantener la carne en un ambiente donde la disponibilidad de oxígeno sea distinta de la que existe en el aire, esto se logra eliminando el aire (oxígeno) mediante vacío, este proceso se lleva a cabo conjuntamente con el empleo de una película plástica flexible que impide el paso de oxígeno, permitiendo de esa manera comercializar la carne fresca durante un tiempo más prolongado (Parry, 1995).

## **2.2.1. Envasado a vacío de carne fresca.**

La forma más simple de envasado de carne es eliminando el aire del sistema y mantener el producto en un envase a vacío, y se utiliza principalmente para el almacenamiento y distribución de cortes de carne para su venta al por mayor.

### **2.2.1.1. Funciones del envase.**

El empleo combinado de un envase adecuado, que proteja a la carne de las contaminaciones exteriores, y del frío, inhibiendo el desarrollo de los microorganismos, permite obtener un alargamiento muy pronunciado de la conservación.

Las principales funciones del envase en la carne fresca son:

- ❖ Protección frente a las contaminaciones microbianas y químicas.
- ❖ Resistencia mecánica contra los choques y presiones externas, facilitando el almacenamiento y manipulación.
- ❖ Permite presentar al consumidor cantidades de producto correspondientes a sus distintas necesidades.
- ❖ Da información por las indicaciones expresadas en la etiqueta.

El material utilizado para fines de envase en la carne, debe ser transparente, incoloro, ("los consumidores quieren ver lo que compran") e inodoro, deberá tener atractiva apariencia, impresión sofisticada; responder a todas las reglas de higiene, especialmente no alterar las propiedades sensoriales de la carne y

no transmitir sustancias nocivas para la salud humana, además de generar "ventas silenciosas" (*Bureau y Multon, 1995*).

La eficacia de esta tecnología se relaciona directamente con una buena higiene en la preparación de las carnes con objeto de limitar su contaminación inicial y un buen seguimiento en la cadena del frío ya que los microorganismos anaerobios se inhiben a temperatura próxima a 0°C. En esas condiciones, el envasado a vacío permite la conservación de la carne de 2 a 3 meses; no obstante debido al color rojo oscuro de la carne, esta tecnología se utiliza solamente para la venta al por mayor.

Para un envasado a vacío adecuado de carne, la película de envase utilizada debe ser lo más impermeable posible y las soldaduras muy herméticas para limitar al máximo la penetración de oxígeno del aire; con este fin se utilizan materiales con propiedades complementarias (*Brody, 1996*).

El sistema ofrece diferentes ventajas debido a que los cortes envasados a vacío se manejan fácilmente además existen importantes ahorros económicos en el transporte y almacenamiento de la carne en trozos mejor que como cuartos o mitades de canal ya que hay un importante ahorro de espacio de refrigeración necesario (*Parry, 1995*).

## 2.2.2. Efectos del envasado a vacío de carne.

### a) Reducción de oxígeno disponible e inhibición microbiana.

El hecho de reducir la presión parcial del oxígeno en contacto con la carne en el envasado a vacío ejerce una acción inhibitoria sobre la microflora de alteración (figura. 3), ya que el oxígeno que queda en el interior del envase se va consumiendo progresivamente debido a los fenómenos respiratorios tisulares y bacterianos, y va siendo reemplazado por anhídrido carbónico. por lo tanto, la asociación de estos dos efectos conduce a la inhibición de la flora aerobia de alteración (Nottingham, 1982).

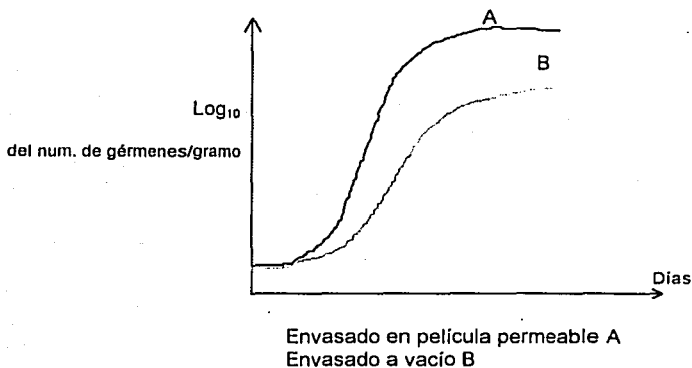


Figura 3. Crecimiento microbiano de la carne envasada (Valin y Lancourt, 1980).

La inhibición de los gérmenes aerobios de superficie por el envasado a vacío se manifiesta en un incremento de su fase de latencia, una disminución de su velocidad de multiplicación y una disminución de su densidad celular máxima; esta inhibición se produce por la acción simultánea de la desaparición del oxígeno y de la acumulación de anhídrido carbónico, este último reacciona con las membranas celulares modificando sus propiedades ( En el cuadro 2 se muestra el ejemplo de la inhibición de las *Pseudomonas* por ser los microorganismos más predominantes en la carne).

Cuadro 2. Inhibición de las *Pseudomonas*

	Aire	A Vacío
Fase de latencia (días)	1	3
Tasa de crecimiento (log 10/día)	0.94	0.69
Densidad celular máxima (log 10 a 14 días)	9.3	7.3

(Valin y Lancourt, 1980)

Los microorganismos recurren para multiplicarse a los compuestos de bajo peso molecular de la carne, los *Lactobacillus*, *Enterobacter* y *B. Thermosphacta* utilizan preferentemente la glucosa de las carnes conservadas a vacío, pero son los *Lactobacillus* los microorganismos que predominan en las carnes envasadas bajo este método (Penney, 1992).

Cuando se alcanza la densidad celular máxima, se desarrolla lentamente un aroma ácido, agrio, hasta volverlas inaceptables, éste tipo de alteración esta

unida a la liberación de ácidos grasos de cadena corta y de aminas, a partir de los aminoácidos de la carne. A pesar de ello, el envasado a vacío permite una conservación de 12 a 14 semanas a una temperatura de 0 a -1°C para carnes de buena calidad microbiana (*Bureau y Multon, 1995*).

*b) El color de la carne envasada a vacío.*

En ausencia total de oxígeno, la mioglobina se encuentra en forma de mioglobina reducida de color rojo oscuro, color poco apreciado por el consumidor (*Bentley, 1989*); en el momento de abrir el envase, se produce la oxigenación de la mioglobina con formación de oximioglobina, de forma que la carne adquiere un color rojo vivo, deseable por el consumidor.

El envasado a vacío, debido al color rojo oscuro que confiere a las carnes, se utiliza generalmente para trozos gruesos; durante su cortado en piezas individuales, estas carnes, en contacto con el oxígeno del aire, adoptan el color deseado.

En la práctica es difícil obtener un envasado totalmente hermético ya que la penetración de una pequeña cantidad de oxígeno conduce a la formación de una capa de metamioglobina marrón en la superficie de la carne debido al hecho de una oxidación real y no una oxigenación, pero cuando se saca del envase, adopta rápidamente el color rojo vivo de una carne fresca recién cortada (*Bureau y Multon, 1995*).

# Capítulo III

### **3. ENVASADO A VACÍO DE CARNE.**

#### **3.1. Principio del envasado a vacío.**

El envasado a vacío consiste en la eliminación total del aire del interior del envase sin que sea reemplazado por otro gas, existiendo una diferencia de presión entre el exterior y el interior del envase.

Los alimentos metabólicamente activos envasados a vacío como lo son las carnes, continúan con sus actividades respiratorias, consumiéndose así la pequeña cantidad de oxígeno presente en los tejidos del producto, con lo que aumenta el vacío y se produce dióxido de carbono y vapor de agua, por lo que, desde el punto de vista práctico, el envasado a vacío de un producto metabólicamente activo, se transforma en un envasado en atmósfera modificada, ya que la asociación de estos dos efectos conduce a la inhibición de la flora aerobia de alteración, debido a ello ha sido el método de envasado de elección de grandes piezas cárnicas de vacuno y cerdo (*Brody, 1996*).

#### **3.2. Sistemas de envasado a vacío de carne.**

En el envasado a vacío de carne es importante alcanzar altos niveles de vacío en el interior del envase para lograr que la película se adhiera firmemente al producto, evitando así que se formen arrugas.



Las piezas de carne (vacuno, cerdo, cordero o ternera) se envasan a vacío en un material que impide el paso del oxígeno, y estando el envase cerrado adecuadamente para evitar la entrada de aire, la vida útil de estos diferentes tipos de carne será muy similar, independientemente del material de envasado; por lo tanto, las principales diferencias entre los materiales y los sistemas de envasado no se deben a la estructura sino a las propiedades físicas, la eficiencia del sistema de producción y a la resistencia del propio envase (Brody, 1996).

Para el envasado a vacío de piezas cárnicas se emplean básicamente tres métodos:

- 1) Método de bolsa retráctil.
- 2) Método de bolsa no retráctil.
- 3) Método de termoformado.

### **3.2.1. Método de bolsas retráctiles.**

Básicamente consiste envolver la carne en una barrera como es la bolsa retráctil, evacuado el aire del interior de la misma y sellando mediante la colocación de un cierre metálico en uno de sus extremos. Posteriormente para provocar la retracción de la bolsa, la carne ya envasada es sometida a un calentamiento con agua caliente a 90°C (Brody, 1996).

Cuando en el envasado de carne a vacío se utilizan películas plásticas retráctiles, el material disminuye su tamaño, no ejerciendo presión alguna sobre el producto y reduciendo al mínimo la pérdida de fluidos; la película plástica entonces adopta la forma de la pieza de carne, de forma que si se produce una liberación de fluido, la película se mantiene unida al máximo (como una "segunda piel") para eliminar el oxígeno. En este tipo de envasado, el envase se forma aplicando alto vacío a ambos lados de la película plástica en una cámara de vacío, para seguidamente romper el vacío en uno de los lados. Si durante la operación no se logra un alto vacío puede presentarse liberación de líquido, que se acumula en los pliegues de la bolsa. Hoy en día se dispone de bolsas retráctiles que son estructuras multilaminares que incorporan PVDC y están diseñadas especialmente para esta aplicación (Gordon, 1993).

### **3.2.2. Método de bolsas no retráctiles.**

En éste método la carne es colocada dentro de una bolsa de plástico preformada y después introducida a una cámara de vacío. Cuando se alcanza una determinada baja presión, un sistema de cuchillas calientes sella la boca de la bolsa. Si se realiza adecuadamente el envasado a vacío de carne mediante este método, el tamaño del envase puede reducirse hasta un punto que se aproxima al área de la superficie de la carne que contiene controlando de esta manera el exudado o liberación de fluidos, de lo

contrario, cuando mayor sea la cantidad de arrugas y pliegues formados en la película durante el envasado a vacío, mayor será el volumen de líquido que pierde la carne (Gordon, 1993).

Este tipo de bolsas ha tenido cierto éxito en el envasado de piezas cárnicas para su consumo en restaurantes, hoteles y comedores colectivos, donde el ciclo de distribución es corto y no resulta crítico lograr un alto rendimiento.

Aunque podrían utilizarse cientos de estructuras laminadas, las más utilizadas son el nylon/surlyn y el nylon/surlyn/EVA. Un plástico típico es el compuesto por 0.032 mm de nylon/0.013 mm de surlyn/0.064 mm de EVA. Estos materiales no son retráctiles, pero alguna de sus capas internas pueden autosoldarse (las capas internas que contactan se unen cuando se aplica calor) al introducirse en el túnel de aire caliente, cuando ya se ha realizado el vacío y el termosellado (Brody, 1996).

### **3.2.3. Método de termoformado.**

En éste método las charolas son termoformadas en línea a partir de rollos de película plástica laminada; la carne es colocada dentro de las charolas y una plancha superior de laminado es sellada por calentamiento dentro de la cámara de vacío para formar la tapa. Este tipo de envasado a vacío es particularmente

utilizado en piezas de carne con huesos ya que de envasarse en bolsas podrían ocasionar la ruptura de la misma (Gordon, 1993).

La estructura de los laminados no difiere esencialmente de las que se emplean en bolsas, excepto en el calibre y que el cierre no tiene forma definida o es plano. La trama de estos laminados generalmente es de poliéster/saran/surlyn, poliéster/saran/EVA, nylon/surlyn o nylon/EVA. El calibre del poliéster que se usa normalmente es de 0.19 mm, y el del nylon de 0.025 mm. El poliéster esta orientado biaxialmente y tratado térmicamente, ofreciendo una gran resistencia a la tracción (Brody, 1996).

Para obtener envases termoformados, llenarlos con la pieza cárnica, hacer vacío y cerrarlos es necesario una franja de 10 a 20 cm en los extremos del laminado; para lograr esto, el laminado se compone de 0.077 mm de nylon y 0.01-0.15 mm de sellante (surlyn y/o EVA). Con la coextrusión y el laminado se fabrican actualmente estructuras de nylon en dos o tres capas separadas alternando con capas de sellante para que sea más fácil darle la forma y conseguir estructuras con mejores prestaciones y menor espesor (Brody, 1996).

### **3.3. Equipos de envasado a vacío.**

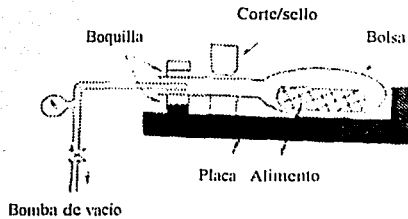
Se emplean dos equipos básicos de vacío para bolsas (retráctiles o no) en el envasado de carne fresca: el tubo de vacío y la cámara de vacío; para el método de termoformado se utilizan equipos de rollos de laminado.

#### **3.3.1. Tubo de vacío.**

En una máquina de vacío por tubos se coloca el extremo abierto de la bolsa con el producto en una boquilla y el vacío extrae el aire del interior de la bolsa, después de hacer vacío se aplica un cierre metálico en la bolsa, entre el extremo de la boquilla y el producto (figura 4). Con este método es difícil obtener envases con más de 128 mm de Hg de vacío debido a que el material de envase comienza a colapsarse y cierran el extremo de la boquilla por donde se extrae el aire e impide la salida del mismo nada más al aplicar la presión negativa (*Brody, 1996*).

Este equipo de vacío por tubos va desde el sistema manual, en el que un operario puede hacer vacío y cerrar de 1 a 4 envases por minuto, a las unidades totalmente automáticas que pueden hacer vacío y cerrar hasta 24 envases por minuto.





*Figura 4. Tubo de vacío (Kadoya, 1990).*

### **3.3.2. Cámara de vacío.**

En estos equipos la bolsa con el producto se introduce en la cámara con la abertura de la bolsa situada a través de un orificio, en la cámara que hace vacío en el interior del envase, se cierra la tapa de la cámara y se conecta el vacío en la parte que incha el envase, al extraer el aire de la cámara que incha el envase, la presión en el exterior de la bolsa es menor que en el interior y la bolsa se separa del producto, posteriormente se conecta un alto vacío a la cámara que hace vacío en el interior del envase (figura 5). Se rompe el vacío en la cámara que incha el envase, pero se mantiene en la parte que hace vacío en el interior del mismo, con lo que el nivel de vacío o la presión negativa en el interior del envase comienza a superar a la del exterior, colapsándose el material flexible contra el producto, se continua

haciendo vacío en el envase, hasta que la bolsa queda totalmente adherida al producto, y se aplica al final un cierre metálico de presión (Brody, 1996).

Con las máquinas de cámara de vacío se obtienen envases con unos niveles de vacío interno mucho más altos, adecuados para que al someterlos al tratamiento externo con agua caliente desaparezcan las arrugas y el material de envasado se adopte lo más posible a la forma del producto, ya que de lo contrario los huecos acaban llenándose de fluidos, aumentando el porcentaje de exudado.

Los envases con un nivel de vacío alto resisten mejor las manipulaciones incorrectas y mantiene un mejor grado de adherencia en caso de perforación, además de que favorecen la regeneración de oximioglobina y la retención de humedad al perder menos fluidos (Brody 1996).

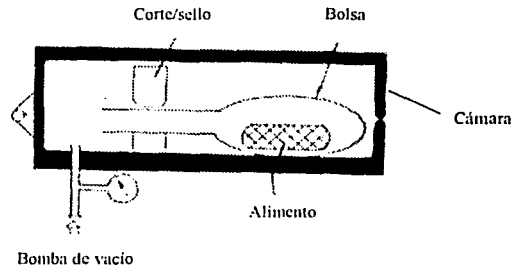


Figura 5. Cámara de vacío (Kadoya, 1990).

### 3.3.3. Equipos con rollos de plástico laminado.

En estas máquinas que conforman térmicamente y sellan a vacío, se obtienen recipientes o bandejas por calentamiento a partir de una plancha de plástico laminado. La plancha con las bandejas pasa a una zona de llenado y posteriormente a la cámara de vacío y sellado. La bandeja con el producto en su interior se sitúa bajo la cabeza de vacío y sellado, y al mismo tiempo se coloca sobre la bandeja la plancha superior, que no es termoconformada, la cabeza de vacío y sellado baja y la parte inferior la cámara sube, formando una cámara de vacío aplicando alto vacío a las dos partes. A continuación, baja una selladora y solda conjuntamente ambas láminas, cerrando la comunicación con el sistema de vacío, al romperse el vacío el sistema se conecta con el exterior, colapsándose el plástico sobre el producto, la cámara se abre, el producto sale de la cámara (figura 6).

Estas máquinas pueden trabajar a velocidades de hasta 10 cargas por minuto, consiguiendo mejor vacío y sellado que el que puede obtenerse con equipos de termosellado de bolsas de cámara única, además el sellado es más resistente ya que se juntan y sellan a presión dos superficies de láminas sin arrugas. Dichos equipos alimentados con rollos de laminados proporcionan un sistema de envasado automático, pero les falta flexibilidad para adaptarse a la gran variedad de formas de las piezas cárnicas que se obtienen en el despiece de las canales (Brody, 1996).



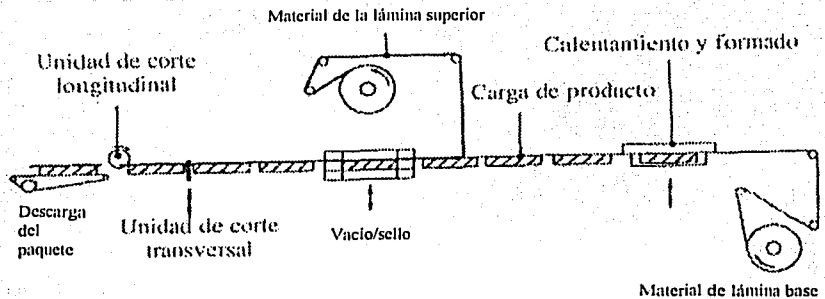


Figura 6. Termoformado a vacío (Kadoya 1990).

### 3.4. Materiales plásticos de envase para alimentos.

Para el envasado de los alimentos existen en el mercado una variedad de materiales disponibles para tal fin, por ejemplo: el vidrio, papel, metal, y muy particularmente el uso de materiales plásticos.

#### 3.4.1. El plástico y sus características.

Los materiales plásticos son susceptibles de moldearse mediante procesos térmicos, a bajas temperaturas y presiones. Presentan una serie de propiedades físicas y químicas muy útiles en la producción, envase y embalaje de diversos productos.

Los materiales plásticos son sustancias orgánicas caracterizadas por su estructura macromolecular y polimérica, que de acuerdo a su composición química tendrán diferentes propiedades de las cuales derivan sus aplicaciones (Vidales, 1995).

Los plásticos se derivan en dos grandes grupos de acuerdo a las propiedades que presenta el producto final:

#### A) TERMOPLÁSTICOS.

En éstos plásticos ya no hay reacción, pueden moldearse, pueden ser reutilizados mediante su granulación y su posterior proceso de remoldeo. Esta reutilización esta limitada por la degradación que los materiales sufren durante su procesamiento. Ejemplos de materiales termoplásticos se muestran en la cuadro 3.

*Cuadro 3. Principales materiales termoplásticos.*

<b>NOMBRE</b>	<b>ABREVIATURA (en inglés)</b>
Poliestireno	PS
Polietileno de baja densidad	LDPE
Ploietileno de alta densidad	HDPE
Polietileno	PE
Polietilen-tereftalato	PET
Polipropileno	PP
Cloruro de polivinilo	PVC
Cloruro de polivinilideno	PVDC
Copolímero etileno-acetato de vinilo	EVA
Poliéster	-

(Vidales, 1995)

## B) TERMOFIJOS.

Son aquellos plásticos que durante su proceso de moldeo ocurre una reacción química de polimerización, de tal manera que al terminar este proceso, estos materiales ya no son susceptibles de una nueva fusión. Ejemplos de éstos materiales se muestran en el cuadro 4.

*Cuadro 4. Principales materiales termofijos.*

<b>NOMBRE</b>	<b>ABREVIATURA</b>
Polimetil-metacrílico	PMMA
Polimetil-penteno	PMP
Poliacetal	POM
Hule natural	-
Hule sintético	-

*(Vidales, 1995)*

### 3.4.1.1. Características Generales De Los Plásticos.

#### a) Baja densidad.

Debido al bajo peso específico de los plásticos, los envases diseñados en estos materiales tienen enormes ventajas tanto en su costo original como en los costos de almacenamiento y transporte.

#### b) Flexibilidad.

Pueden soportar grandes esfuerzos sin fractura y recobrar su forma y dimensiones originales cuando la fuerza es removida.

c) Baja conductividad térmica.

Los plásticos tienen un alto coeficiente de aislamiento térmico, lo cual puede ser ventajoso a veces para controlar variaciones de temperatura extremas.

d) Propiedades ópticas.

Hay materiales plásticos transparentes y opacos, esta propiedad puede ser fácilmente modificada mediante la adición de pigmentos o colorantes.

e) Integración del diseño.

Los procesos de producción y las propiedades del plástico ofrecen la posibilidad de diseñar y manufacturar formas polifuncionales sin la necesidad de ensamblaje posterior (*Vidales, 1995*).

### **3.5. Requerimientos del material de envase.**

Entre los aspectos técnicos más importantes del material para envasado a vacío de carne se encuentra la permeabilidad al oxígeno, permeabilidad al vapor de agua así como la resistencia del propio material al ser utilizado en los diferentes equipos de envasado. Dichos materiales presentan propiedades que cumplen con estas características; para películas plásticas flexibles son importantes las siguientes:

### 3.5.1. Barrera al oxígeno.

La preservación de carne envasada a vacío es seriamente dependiente de la barrera al oxígeno que presente el material de envase. Utilizando un material de envase con alta barrera al oxígeno, el alto grado de vacío dentro de la bolsa que contiene la carne puede ser mantenida por largo tiempo ya que esta barrera es importante por dos aspectos: control del crecimiento microbiano y la oxidación de la mioglobina.

En el envasado a vacío de carne, aunque se utilice un material con una permeabilidad inferior a  $50 \text{ ml/m}^2$ , no se logra mejorar la inhibición del desarrollo microbiano ni la estabilidad de la mioglobina a nivel comercial, si el nivel de vacío en el interior del envase es de 127 mm de Hg o superior (*Brody, 1996*).

El cuadro 5 muestra diferentes materiales plásticos utilizados en el envasado de alimentos y su permeabilidad al oxígeno y al  $\text{CO}_2$ . Observándose que el PVDC tiene una menor permeabilidad a éstos gases comparada con los otros materiales.

*Cuadro 5. Permeabilidades al oxígeno y dióxido de carbono de películas utilizadas para envasado.*

PELÍCULA PLÁSTICA	PERMEABILIDAD (cm <sup>3</sup> m <sup>-2</sup> atm <sup>-1</sup> gas)*	
	OXIGENO	DIOXIDO DE CARBONO
Poliétileno (baja densidad)	8500	44000
Poliétileno (alta densidad)	1840	7900
Polipropileno	3000	7900
Cloruro de polivinilo (PVC)	4200	17000
Poliéster (PET)	79	240
Cloruro de Polivinilideno	10	53
Nylon 6	240	1600
Ionómero Surllyn	5000	15000
Acetato de etilenvinil (EVA)	12000	38000

\* La permeabilidad es para películas de 1 mm de espesor

(Taylor, 1985)

### 3.5.2. Barrera al vapor de agua.

Muchos alimentos contienen particularmente humedad para mantener sus cualidades, en este caso la carne fresca, que con objeto de protegerla contra la permeación de humedad, desde la bolsa en que se encuentra contenida, debe ser utilizado material de envase con alta barrera al vapor de agua. En consecuencia, la barrera al vapor es generalmente necesaria por abajo de 15 g/m<sup>2</sup>.24 h para envasado a vacío (Kadoya, 1990).

En el cuadro 6 se muestran varios materiales plásticos utilizados en el envasado de alimentos y su permeabilidad al agua, observándose que el PVDC y el Surlyn son materiales con muy baja permeabilidad.

*Cuadro 6. Permeabilidad al agua de diferentes películas plásticas.*

PELÍCULA	PERMEABILIDAD AL AGUA(g/mil/m <sup>2</sup> 38°C 90% HR)
Cloruro de polivinilideno (PVDC)	1.5-5.0
Cloruro de polivinilo n.p.	1.5-4.5
Cloruro de polivinilo a. p.	60
Poliéster	20
Ionómero Surlyn	1.3-2.1
Polipropileno	18
Nylon	Sensible a la humedad

*n.p. no plastificado*

*a.p. altamente plastificado*

*(Engineering Enciclopedia, 1982)*

### **3.5.3. Resistencia al rasgado.**

Al envasar piezas de carne fresca muchos cortes tienen huesos que a veces son punzantes o cortan o perforan con facilidad los materiales plásticos flexibles que se utilizan en el envasado a vacío, por lo que el material a utilizar debe ofrecer una buena resistencia al rasgado durante la operación de envasado, el transporte y manipulación de la carne.

### **3.5.4. Resistencia a la tensión.**

En el envasado a vacío donde se utilizan rollos de plástico laminado, el material debe tener buena resistencia a la tensión ya que durante dicha operación el equipo someterá a los rollos a una fuerza de tensión dada para formar los envases.

### **3.6. Películas flexibles para el envasado a vacío de carne.**

Cuando se habla de películas, generalmente se refiere a materiales plásticos presentados en grosores que no excedan de  $10 \mu$  o sea 0.01 de pulgada (0.254 mm), ya que a los grosores mayores se les conoce como hojas.

Las películas flexibles en general se caracterizan por tener bajos valores de permeabilidad a los gases, su absorción de humedad es menor del 0.5%, no guardan ni liberan olores ni sabores, pueden proteger al alimento de la luz y los rayos UV. Tienen buen deslizamiento en máquinas, buen sello y resistencia al rasgado o punción, así como buena resistencia química y buen aislamiento térmico (Vidales, 1995).

Existen diversos materiales para el envasado en películas flexibles de los diversos alimentos pero tomando como caso de estudio el envasado a vacío de carne fresca, se utilizan complejos constituidos por materiales que tienen



propiedades complementarias, esto es, que se forman películas compuestas (Kuhne, 1990). Ejemplo de este tipo de películas compuestas se mencionan en el cuadro 7, éste tipo de materiales pueden ser obtenidos por laminación o coextrucción.

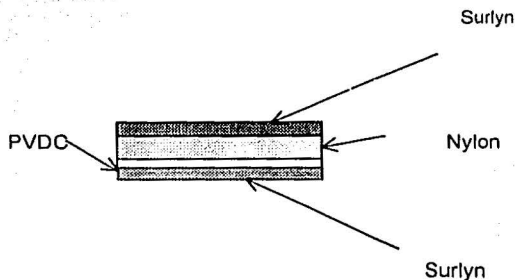
*Cuadro 7. Ejemplo de algunas películas plásticas laminadas y coextruidas*

<b>PELÍCULA LAMINADA</b>	<b>PROPIEDADES</b>
Poliéster/Poliétilentereftalato	Transparente, sellable, baja permeabilidad.
Nylon/polietileno/PVDC	Resistencia mecánica, muy hermético a gases y vapor de agua.
Poliéster/Poliétileno/PVDC	Transparente, resistente al desgarre, muy hermético a gases y vapor de agua.
Poliéster/SARAN/Surlyn	Resistencia mecánica, muy hermético a aroma, gas y vapor de agua, sellable
<b>PELÍCULA COEXTRUIDA</b>	<b>PROPIEDADES</b>
Poliestireno/PVDC/Poliestireno	Resistente al impacto, blanco o de color
Nylon/Surlyn/EVA	Transparente, sellable, resistente a altas temperaturas, muy hermético a gases.
Poliestireno/ PVDC/Polietileno	Hermético a aromas.

*(Vidales, 1995)*

La constitución de las películas compuestas viene siempre determinada por las misiones que tiene que cumplir. Como las propiedades de las diversas películas o capas plásticas que se reúnen en una película compuesta son muy

distintas entre sí (figura 7), pueden conseguirse determinadas propiedades en el alimento mediante la disposición y ordenación de las capas (*Kuhne, 1990*).



*Figura 7. Ejemplo de película compuesta de 0.01 pulgadas de espesor.*

Los materiales plásticos flexibles de envasado se agrupan generalmente teniendo en cuenta la función que desempeña en su estructura compuesta (multicapa). Se pueden emplear diferentes combinaciones de estructuras multicapa para envasar productos similares dependiendo del equipo disponible, del proveedor de materiales y de cómo interpreta el fabricante su producción y las necesidades de mercado (*Price, 1994*).

Teniendo como base en la información que el envasado a vacío de carne fresca requiere de un material con una buena barrera al oxígeno y a la humedad, así como buena resistencia mecánica por lo que se eligieron dos

películas compuestas que son utilizadas en los diferentes métodos de vacío, esto es, para bolsas retáctiles ya que son las que se emplean regularmente y para termoformado (cuadro 8).

*Cuadro 8. Materiales elegidos para envasado a vacío de carne.*

PELÍCULA COEXTRUIDA	PROPIEDADES	APLICACIÓN
Nylon/SARAN/Surlyn	Transparente, sellable en caliente, baja permeabilidad al oxígeno y vapor de agua, retáctil, resistente a la tensión y al desgarro, resistente a temperaturas extremas	Bolsa preformadas
PELÍCULA LAMINADA	PROPIEDADES	APLICACIÓN
Poliéster/SARAN/Surlyn	Transparente, baja permeabilidad a gases y vapor de agua, sellable en caliente, resistente a la tensión	Termoformado

### **3.6.1. Materiales con función de barrera.**

#### **a) CLORURO DE POLIVINILIDENO (PVDC).**

El cloruro de vinilideno,  $\text{CH}_2=\text{CCl}_2$  puede polimerizarse para producir cloruro de polivinilideno. La película es clara, tiene resistencia al estiramiento y una alta resistencia a la tensión, se encuentra disponible en grosores que van desde 0.005 a 0.002 pulgadas, puede encontrarse como película lisa y en tubos.

El cloruro de polivinilideno en forma de copolímero con el cloruro de polivinilo es conocido bajo el nombre de SARAN y cumplen con ciertas regulaciones de la FDA.

Las películas de SARAN son películas no plastificadas debido a su alto contenido de cloro, tienen alta cristalinidad y excelente barrera al paso de oxígeno y otros gases, así como al vapor de agua, aromas y sabores, por lo que se utiliza para el envasado a vacío de alimentos como el queso y la carne fresca.

Las laminaciones se hacen con ésta película como capa central y poliéster, nylon o polipropileno como capas superficiales. Estas películas se aplican donde es necesaria una protección extrema al oxígeno y a la humedad.

Normalmente las películas de SARAN forman parte de películas de estructura compuesta las cuales se obtienen por procesos de laminación.

La película de SARAN es extremadamente impermeable tanto a las gases como al vapor de agua, debido a ésta baja permeabilidad se utiliza ampliamente para el envasado a vacío de carne fresca (*Medina y Plascencia, 1984*).

Las resinas de éste material pueden ser sometida a extrusión para producir películas monocapa con orientación biaxial y por exposición breve a temperaturas moderadas, las películas encogen y se ajustan a las dimensiones de el producto. También hay películas de multicapa para envolturas retráctiles obtenidas mediante procesos por coextrusión o laminación, estas estructuras combinan las cualidades de barrera con la economía y resistencia de otros materiales (*Rubín, 1999*).

### **3.6.2. Materiales con función de resistencia.**

#### **a) POLIESTER.**

Una de las aplicaciones más extensas del poliéster es en la fabricación de películas. Las películas más frecuentes del poliéster son el resultado de la condensación del etilenglicol y el ácido terftálico.

La película de poliéster no recubierta, generalmente no es sellable al calor, el recubrimiento por uno o ambos lados la hacen sellable, mejorando su manejabilidad y propiedades de barrera y laminación. Muchas películas de poliéster satisfacen las normas de la FDA, para el contacto directo con los alimentos a temperaturas elevadas.

La película de poliéster es actualmente manufacturada con un sellador coextrusor y puede ser sellada. Presenta además la capacidad de encogerse

por calor (retráctil). Debido a su elevada resistencia, estabilidad frente al calor y claridad, la película de poliéster es utilizada en laminados para envasado a vacío principalmente de carne y queso.

Varias combinaciones de recubrimientos (poliolefinas, polímeros, saran, etc.) en la película de poliéster en uno o ambos lados pueden ser utilizadas para crear una amplia gama de películas con propiedades específicas.

Aquellas áreas de los envases termoformados utilizan poliésteres para producir charolas principalmente. Las propiedades de las películas de poliéster (de la cual proceden los envases termoformados) las hacen un material adecuado debido a su dureza, claridad y economía, además de no contener plastificantes y por lo tanto se evitan problemas asociados con la migración de los mismos.

Las películas de poliéster son muy transparentes, poseen una resistencia mecánica adecuada y conservan la forma en un amplio margen de temperaturas extremas (-60°C a 150°C) ya que se pueden esterilizar o también se pueden congelar, no se pegan a las barras de sellado, son flexibles y proporcionan una excelente superficie de impresión. Su mayor campo de aplicación es como componente de laminados con otros materiales termosoldables (*Medina y Plascencia, 1984*).

## **b) NYLON.**

Químicamente los nylons son polímeros obtenidos de la reacción de compuestos que tienen múltiples aminas y grupos ácidos para producir poliamidas. Las películas de nylon más ampliamente utilizados son aquellas que se obtienen a partir de nylon 6 y nylon 66 (*Jenkins y Harrington 1991*).

Los nylons son polímeros de poliamidas termoplásticas y ofrece un gran variedad de propiedades en las que se incluye excelente barrera al oxígeno, sabores y aromas, además de un elevado punto de fusión, resistencia a la abrasión, firmeza a bajas temperaturas y resistencia química, que hacen de los nylons materiales adecuados para un gran número de aplicaciones de envase. Su capacidad para ser fácilmente termoformado y su capacidad para retener las propiedades después de la termoformación incrementan sus utilidad (*Bakker, 1986*).

Una de las mayores aplicaciones de las películas de nylon es en el envasado de alimentos, su elevado punto de reblandecimiento permite su aplicación en bolsas flexibles y su baja permeabilidad a los gases permite su aplicación para envasar alimentos al vacío.

Las películas frecuentemente forman parte de estructuras compuestas que pueden incluir polietileno de baja densidad (LDPE), ionómeros, etileno-acetato de vinilo (EVA) y cloruro de polivinilideno (PVDC). Como parte de estructuras

compuestas, las películas de nylon son utilizadas en el envasado de cortes de carne fresca (*Medina y Plascencia 1984*).

### **3.6.3. Materiales con función de sellado**

#### **a) IONÓMEROS.**

Termoplásticos que tienen grupos de carboxilo ionizables que pueden crear enlaces iónicos entre las cadenas. Estas sustancias son producidas como copolímeros de alfa-olefinas con monómeros de ácido carboxílico como el ácido metacrílico. Los principales usos de esta nueva clase de materiales están concentrados alrededor de la combinación de sus propiedades tales como transparencia, firmeza, flexibilidad adhesión y resistencia a los aceites.

El único ionómero que en la actualidad se produce en cantidades comerciales es conocido bajo el nombre comercial de SURLYN. Los ionómeros son polímeros iónicos que son sólidos a temperaturas normales, pero se reblandecen durante el calentamiento al igual que los termoplásticos. El Surlyn A es básicamente un polímero de étileno conteniendo grupos carboxilato, siendo muy similar en muchas formas al polietileno de baja densidad, las fuerzas iónicas debidas a los grupos carboxilato le proporcionan un alto poder de fusión de tal forma que tienen excelentes características de estiramiento.



Las propiedades de sellado al calor de los ionómeros esta compuesta por una combinación de elementos, el poder de fusión es uno de estos ya que esta característica permite un sellado al calor con tensión sin que se produzcan fracturas. La capacidad de sellado a bajas temperaturas, es un segundo elemento en el sellado al calor del ionómero ya que reduce la cantidad de energía necesaria para la fusión incrementando la velocidad del envasado. Un sellado a alta velocidad combinado con sellado integro, proporciona un alto poder de fusión con resultados favorables al reducirse los costos de envasado y optimizándose la eficiencia.

Las películas de ionómeros también proporcionan resistencia a los envases formados al vacío al darle suficiente espesor en las partes profundas. También dadas sus características excepcionales de firmeza, tienen un alto nivel de resistencia a la abrasión, a las picaduras y al rasgado.

El envasado a vacío de cortes grandes de carne fresca es un área donde las bolsas de película coextruida son utilizadas, éstas bolsas ofrecen firmeza, resistencia a la perforación y sellado al calor, ajustándose (retráctil) para confinar los jugos de la carne.

En el envasado a vacío de carne, la coextrusión ha hecho posible la sustitución de películas de ionómero de 50 a 70 micras (0.00194-0.00273 pulgadas) por

extrusiones 50/50 de ionómero y poliéster, en la capa de sellado con una barrera de PVDC recubierta con nylon (*Medina y Plascencia, 1984*).

### **3.7. Fabricación de películas flexibles.**

Las películas plásticas compuestas pueden fabricarse por diversos procedimientos, los más corrientes son el método de coextrusión y el método de laminación.

#### **3.7.1. Coextrusión.**

La coextrusión consiste en dos o más plásticos fundidos, sopladados a la vez a través de una tobera plana, la tobera esta conectada a varias extrusoras, obteniendo estructuras con mejores propiedades de las que se pueden obtener con una estructura monocapa, combinando las propiedades de los materiales que la integran (figura 8). Este proceso ofrece altas velocidades, laminados resistentes y durables (*Bakker, 1986*).

La capa coextruida puede variar en un intervalo de 0.0004 a 0.0025 pulgadas de espesor de la resina, dependiendo de las propiedades deseadas de rigidez y durabilidad. Generalmente son más delgadas que las laminas y más parecidas a las películas simples, por lo que se manejan con mayor facilidad y no se despegan (*Kuhne, 1990 y Morton, 1993*).

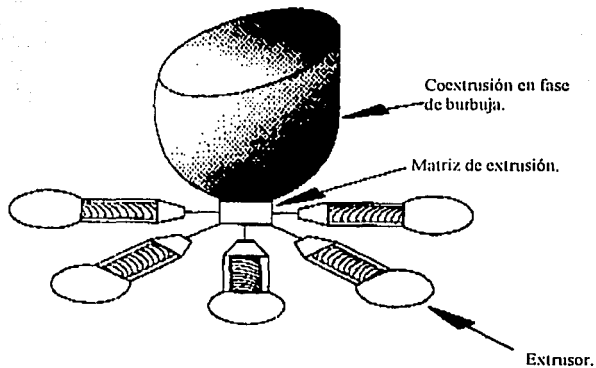


Figura 8. Proceso de coextrusión (Cryovac, 1998).

### 3.7.2. Laminaciones.

El proceso de laminación comprende la combinación de dos o más películas procedentes de dos bobinas con adhesivos (figura 9), de ésta manera se obtiene una sola lamina con varios sustratos (polímeros). La laminación adhesiva ofrece generalmente enlaces más fuertes entre los sustratos y puede obtenerse una gran resistencia térmica (Bakker, 1986).

Un proceso de laminación puede efectuarse de tal forma que el adhesivo se aplique a un sustrato, el solvente se evapore y los sustratos combinados queden en un fijador caliente (*Medina y Plascencia, 1984*).

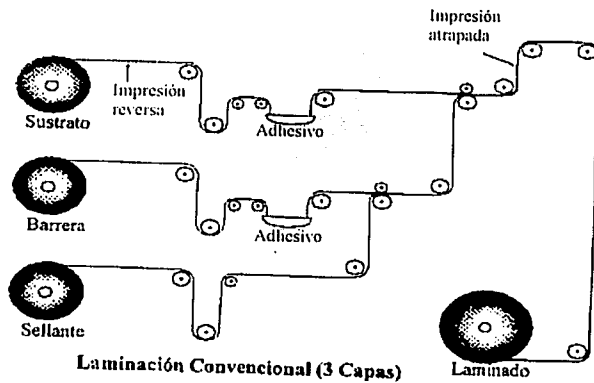


Figura 9. Proceso de laminación (*Cryovac, 1998*).

### **3.8. Selección del material de envase.**

#### **3.8.1. Criterios de selección.**

1) Es importante tener en cuenta las características físicas y microbiológicas de calidad en la carne fresca y su destino de consumo, para así determinar los agentes externos de los cuales se protegerá al producto; así como el establecer el tiempo de conservación y/o almacenamiento de la carne. En el caso de envasado a vacío de cortes de carne los factores principales son:

- ❖ ENTRADA DE OXÍGENO. Debe evitarse al máximo, para impedir el crecimiento aerobio de microorganismos en la carne.
- ❖ ENTRADA DE MICROORGANISMOS. Debe evitarse desde la sala de despiece de las canales teniendo una adecuada higiene en el manejo, el envase debe impedir su entrada ya que la contaminación microbiológica ocasiona cambios en la calidad de la carne.
- ❖ EXUDADO DE LÍQUIDO. En el envasado a vacío es importante que la película plástica flexible quede en íntimo contacto con la carne para evitar el exudado, además de evitar la salida de éste y ocasionar pérdidas de peso.

2) Definir los requerimientos del material de envase tanto para la protección del producto (mencionado anteriormente), como para las condiciones dadas por el equipo de envasado:

- ❖ Permeabilidad al oxígeno.
- ❖ Permeabilidad al vapor de agua.
- ❖ Características de soldabilidad.
- ❖ Aptitud para el termoformado.
- ❖ Buena resistencia mecánica (al rasgado, a la tensión, a la punción).
- ❖ Transparencia.

3) Teniendo en cuenta las características de los materiales de películas plásticas flexibles como una estructura compuesta, deben consultarse las especificaciones de los proveedores de material de envase, ya que esos datos proporcionan las condiciones de soldadura, amplitud del rango de las propiedades de barrera, resistencia máxima a la tensión, opacidad y brillo. todas estas propiedades deben interpretarse correctamente en términos de rendimiento del material, en la máquina y en relación con el producto:

- ❖ Aptitud para impresión.
- ❖ Aptitud para admitir códigos y etiquetas.
- ❖ Disponibilidad del material en el mercado.
- ❖ Rendimiento y costo por metro cuadrado de material.

# Capítulo IV

#### 4. TENDENCIAS FUTURAS.

Algunos retos y oportunidades de cara a la industria cárnica están orientados al desarrollo de envases libres de oxígeno, pero al mismo tiempo un envasado excesivo y dañino para el medio ambiente; por lo que la demanda de materiales biodegradables esta incrementándose. La educación de los consumidores por parte de las industrias de los alimentos en relación con la función y los beneficios del envasado podría ser vital para prevenir la presión legislativa de respeto al medio ambiente, que podría tener consecuencias graves para la seguridad y la vida útil de los productos. Se debe conseguir un correcto balance entre seguridad, vida útil y el medio ambiente.

Es evidente que en el futuro los métodos de envasado (incluyendo el vacío) incrementarán su utilización comercial para la distribución de cortes de carne fresca, ya que las mejoras en las películas plásticas utilizadas para éste propósito, en particular para reducir la permeabilidad al oxígeno, puede ampliar más la duración de la vida útil de los cortes de carne.

La disponibilidad comercial de nuevos materiales para películas plásticas flexibles destinadas para envase es más amplia y ofrece cada vez más mayores beneficios, por lo que es probable que se amplíe la gama de carnes y/o productos cárnicos envasados.



Las tecnologías de envasado de la actualidad están alargando los límites de vida de anaquel, ofreciendo al vendedor algo de flexibilidad en los pedidos y en su venta; gracias a ésta flexibilidad creciente y al mayor control de inventarios, los cortes de carne pueden pedirse en abundancia y mantenerse almacenados durante periodos más largos de tiempo (*Belcher, 1998*).

Ejemplo de lo anterior y debido a la demanda actual de cortes de carne individuales cada vez, empresas enfocadas al envasado a vacío de carne fresca crean nuevos envases debido a las tendencias dictadas por el propio consumidor, por lo que, se han venido desarrollando por ejemplo envases individuales con dos películas; una película exterior con barrera al oxígeno que se retira con facilidad quedando la película interior permeable, que permite la inmediata oxigenación y recuperación del color en pocos minutos, por lo que el detallista sólo coloca en el punto de venta la carne que va a consumirse de inmediato (*Cryovac, 1998*).

Los avances en la tecnología de las películas plásticas de envase, se ha producido en paralelo con los cambios en la comercialización de la carne en los establecimientos de autoservicio; cuando se detecten de forma clara las limitaciones en los sistemas actuales se desarrollarán algunas nuevas propiedades en los plásticos, para proporcionar una vida útil más larga, así como para una mayor flexibilidad en la comercialización (*Parry, 1995*).

Se debe resaltar que el envasado a vacío y/o en atmósfera modificada representa seguridad, por lo que se hace necesario una adecuada comprensión y control de la tecnología implicada. La educación de los consumidores en relación con la vida útil del producto y una adecuada cadena del frío del producto es vital para que continúe la expansión y el éxito de ésta tecnología.

## CONCLUSIONES.

La comercialización de carne fresca envasada a vacío se ha venido desarrollando ampliamente en la venta al por mayor debido a que ofrece una mayor vida útil y mejores condiciones de higiene durante la manipulación y el transporte.

El envasado a vacío de carne fresca se utiliza generalmente en cortes grandes de producto para su venta al por mayor, y solo se aplica a cortes de carne con buena calidad microbiológica.

Las películas plásticas en el envasado a vacío de carne al quedar en íntimo contacto con el producto reduce notablemente las pérdidas de peso ya que evita el exudado de líquidos y evita el desarrollo de microorganismos que puedan causar una alteración posterior.

Existen diferentes equipos para envasado a vacío de carne, pero su uso depende de del tamaño y forma de los cortes, del volumen de producción requerido, del tipo de material a utilizar para el envasado, del nivel de vacío alcanzado y del costo mismo del equipo.

El éxito del envasado a vacío como coadyuvante en la conservación depende de las propiedades físicas de la película plástica flexible ya que deberá tener

buena resistencia mecánica, facilidad de sellado y tener baja permeabilidad al oxígeno y baja velocidad de transmisión de vapor de agua.

Están disponibles una gran variedad de materiales para carne envasada, en la mayoría de los casos es una combinación de diferentes materiales que juntos dan lugar a un material compuesto con características específicas para el envasado a vacío; debe considerarse en su elección las propiedades mismas del material, el equipo disponible, las necesidades de mercado, el costo de la inversión, el rendimiento y las especificaciones del proveedor.

Ya que el envasado es el principal instrumento de comercialización, debe también permitir por medio de su etiqueta la identificación del producto, proporcionar información del tamaño o peso, de su valor nutricional, de su calidad, de que cumple con la reglamentación vigente y posiblemente otras informaciones adicionales de promoción y sobre todo presentar una imagen que incite al consumidor a comprarlo.

## BIBLIOGRAFÍA.

- 1) BAKKER M. (1986). "The wiley enciclopedia of packaging technology". Ed. John Wiley and Sons inc.
- 2) BELCHER J. (1998). "Empaque Flexible de Carne Roja". *Empaque Performance*. (8) 82, 40-42.
- 3) BENTLEY, D.S. Y MILLER. M.F.(1989). "Effects of gas atmosphere, storage temperature and storage time on the shelflife and sensory attributes of vacuum packaged ground beef patties". *Journal of Food Science*.54(2), 284-286.
- 4) BRODY L. A. (1996). "Envasado de los alimentos en atmósferas controladas, modificadas y a vacío". Ed. Acriba Zaragoza, España.
- 5) BUREAU G. MULTON J.L. (1996). " Food Packaging Technology". Vol. 2 VCH Publishers Inc. USA.
- 6) BUYS, E.M. Y NORTJÉ, G.L. (1993). "The effect of wholesale vacuum and 100% CO<sub>2</sub> storage on the subsequent micribiological, colour and aceptability attributes of PVC-overwrapped pork lion chops". *Food Research International*. 26,421-429.

- 7) GORDON L. R. (1993). "Food packaging". Principles and practice. Marcel Dekker Inc. USA.
- 8) JENKINS W. A., HARRINGTON J. (1991). "Packaging foods with plastics". Technomic publishing co. Inc. USA
- 9) KADOYA TAKASHI (1990). "Food packaging". Academic Press Inc. USA.
- 10) KUHNE G. (1990). "El plástico en la industria". Tratado práctico. Envases y empaques. Vol. 4 Ed. G.Gili S.A. México.
- 11) MEDINA G. M. C., PLASENCIA B. A. (1984). "Envases plásticos para alimentos" Tesis UNAM.
- 12) MORTON D.H. (1993). "Procesamiento de plásticos". Ed. Limusa México.
- 13) PARRY R. T. (1995) "Envasado de los alimentos en atmósfera modificada". Ed. Vicente Madrid A. Madrid, España.
- 14) PRANDL O., FISHER A. (1994). "Tecnología e higiene de la carne" Ed. Acribia Zaragoza, España.

- 15) PENNEY, N., Y GILL, C.O. (1992). "The effect of prolonged storage under vacuum or CO<sub>2</sub> on the flavor and texture profiles of chilled pork". *Food Research International* 25, 9-19.
- 16) PRICE J. BERNARD S. S. (1994). "Ciencia de la carne y de los productos cárnicos" . 2a. Edición Ed. Acribia Zaragoza, España.
- 17) RUBIN I. (1999). "Materiales plásticos". Propiedades y aplicaciones. Ed. Limusa S.A. México.
- 18) "Seminario de tecnología de carnes" (1998). Apuntes. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM.
- 19) VIDALES G. M. D. (1995). "El mundo del envase". Manual para el diseño de envases y embalajes. Ed. G. Gili México.