



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

## FACULTAD DE QUÍMICA

### APLICACIÓN DE CONSERVADORES NATURALES EN JAMÓN COCIDO, REBANADO Y EMPACADO AL VACÍO

# T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

QUÍMICA DE ALIMENTOS

PRESENTA:

ROSA MARÍA CASTILLO GONZÁLEZ



MÉXICO, D. F.



2001



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.

## JURADO ASIGNADO

**Presidente:** Profesor Eduardo Mendoza Martínez

**Vocal:** Profesora Aurora Irma Ortegón Ávila

**Secretario:** Profesora Ana Olivia Cañas Urbina

**Primer suplente:** Profesor Felipe de Jesús Rodríguez Palacios

**Segundo suplente:** Profesora Gabriela Alatorre García

### Sitios donde se desarrollo el tema:

- Planta piloto y laboratorio de NORIS S.A. de C. V. México DF.
- Planta Piloto de O.T.S. DONFER S. A. de C. V. México DF.

**Asesor del tema:** Dra. Ana Olivia Cañas Urbina

**Supervisor técnico:** Dr. Antonio José Pérez Alonso

**Sustentante:** Rosa María Castillo González

Handwritten signatures of the jury members, including the name 'Jaus' and 'A. J. P.' written over horizontal lines.

**El presente trabajo fue realizado con el apoyo financiero de:**

- **CONACYT, a través del proyecto J28010-B.**
- **NORIS S. A de C. V.**
- **O. T. S. DONFER S. A de C. V.**

## **AGRADECIMIENTOS**

- Le agradezco a la Dra. Ana O. Cañas por haber depositado en mi la confianza para realizar este trabajo, apoyándome en todo momento con su asesoramiento, cariño, comprensión y paciencia.
- Al Dr. Antonio J. Pérez, por la asesoría técnica, el valioso apoyo incondicional y las facilidades brindadas para la realización del presente trabajo.
- Al Ing. Gerardo Moreno, por haberme permitido realizar parte del trabajo experimental en las instalaciones de O.T.S. Donfer S. A de C. V.
- A la Sra. Ma. Antonieta Rion por las facilidades otorgadas para hacer posible la realización de este trabajo.
- Agradezco al Dr. Edgardo Escamilla, a la Dra. Martha Contreras y a Juan Méndez del Instituto de Fisiología Celular; Así como, a la Dra. Ofelia Espejo y al M. en C. Alfonso Lira Rocha de la Facultad de Química de la UNAM, por el apoyo técnico brindado para la obtención de la bacteriocina WB1.
- A Azucena Rodríguez y Verónica Santiago por su colaboración profesional en todo momento.
- A todo el personal de NORIS S. A de C. V. por todas las atenciones otorgadas y por apoyarme en todo momento con su ayuda, principalmente a Imelda Saucedo y Héctor Morales

## GRACIAS

*A Dios por haberme colocado en la Familia Indicada dándome a los mejores padres Julia González (†) y Meliton Castillo, quienes con su ayuda, amor, consejos, comprensión, cariño y lealtad he logrado mis objetivos, sin su ayuda nada de lo que soy hoy hubiese sido posible.*

*A mis hermanas Martha, Verónica, María, Sofía, Agustina y Remedios por el apoyo, cariño y paciencia que han dedicado en todo momento para ver realizadas mis metas.*

*A todos aquellos familiares y amigos que directa e indirectamente me brindaron su amistad y apoyo para salir adelante. MIL GRACIAS.*

# CONTENIDO

	<b>RESUMEN</b>	1
I.	<b>INTRODUCCIÓN</b>	3
II.	<b>ANTECEDENTES</b>	5
	<b>2.1 Jamón</b>	5
	2.1.1 Elaboración	7
	2.1.2 Vida de anaquel	7
	2.1.2.1 Abombamiento del paquete	7
	2.1.2.2 Vida de anaquel de acuerdo a Norma	7
	2.1.2.3 Vida de anaquel comercial	8
	2.1.3 Microbiología	9
	2.1.4 Especificaciones microbiológicas	10
	<b>2.2 Bacterias ácido lácticas</b>	12
	<b>2.3 Aditivos para la elaboración de jamón</b>	12
	2.3.1 Aditivos	12
	Agentes curantes	14
	Fosfatos	17
	Colorantes	17
	Aislados de proteína de soya	17
	Azúcares/Maltodextrina	18
	Proteína vegetal hidrolizada, Gutamato monosódico	18
	Carragenina	19
	Ácido eritórbico o eritorbato de sodio	19
	<b>2.4 Conservadores</b>	20
	2.4.1 Conservadores químicos	21
	2.4.2 Conservadores naturales	21
	2.4.2.1 Conservadores naturales de posible aplicación en jamón	22
	Lactato	22
	Extractos de semillas de toronja	23
	Bacteriocinas	23
	Bacteriocina WB1	25
	<b>2.5 Necesidad de utilizar conservadores</b>	25
III.	<b>OBJETIVOS</b>	27
IV.	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	28
	4.1 Materia prima y empaques	28
	4.2 Equipo	28
	4.2.1 Sanitización del equipo	29

4.3	<b>Medios de cultivo y soluciones</b>	29
4.4	<b>Conservadores utilizados</b>	29
4.4.1	Purasal™ y Nikon PQ™	29
4.4.2	Bacteriocina WB1	30
4.5	<b>Elaboración y almacenamiento de Jamón</b>	31
4.6	<b>Análisis microbiológico</b>	32
4.7	<b>Análisis fisicoquímico</b>	35
4.7.1	Grado de abombamiento	35
4.7.2	Análisis estadístico	35
4.8	<b>Caracterización del jamón comercial</b>	35
4.9	<b>Caracterización de jamones adicionados con conservadores naturales</b>	36
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>38</b>
5.1	<b>Caracterización del jamón comercial</b>	38
5.1.1	Bacterias mesofilicas aerobias y producción de gas	38
5.1.2	Bacterias ácido lácticas y cambios en el pH	38
5.1.3	Microorganismos coliformes totales y microorganismos patógenos	41
5.1.4	Distribución de los grados de abombamiento	42
5.1.5	Relación de agua de sinéresis y grado de abombamiento en jamón comercial	43
5.1.6	Relación de los valores de pH y el grado de abombamiento en el jamón comercial	44
5.2	<b>Caracterización de jamones adicionados con conservadores naturales</b>	47
5.2.1	Bacterias mesofilicas aerobias y producción de gas	47
5.2.2	Bacterias ácido lácticas y cambios en el pH	47
5.2.3	Microorganismos coliformes totales y patógenos	47
5.2.4	Distribución de los grados de abombamiento	52
5.2.5	Relación de agua de sinéresis y grado de abombamiento en jamones adicionados con conservadores naturales	52
5.2.6	Relación de los valores de pH y el grado de abombamiento en jamones adicionados con conservadores naturales	52
<b>VI.</b>	<b>DISCUSION DE RESULTADOS</b>	<b>56</b>
6.1	<b>Caracterización del jamón comercial</b>	56
6.1.1	Calidad en planta o frontera	56
6.1.2	Vida de anaquel respecto a Norma o calidad en punto de venta	56
6.1.2.1	Temperatura ambiente	56
6.1.2.2	Temperatura de refrigeración	57
		58



6.1.3	Vida de anaquel comercial	
6.1.3.1	Temperatura ambiente	59
6.1.3.2	Temperatura de refrigeración	60
6.1.4	Relación del grado de abombamiento con sinéresis y pH	61
6.1.5	Selección de jamón control	61
6.1.6	Importancia de refrigeración y/o abuso de temperatura	62
<b>6.2</b>	<b>Efecto de la adición de conservadores naturales en jamón comercial</b>	<b>62</b>
6.2.1	Calidad en planta o frontera	62
6.2.2	Vida de anaquel de acuerdo a Norma o calidad en punto de venta	63
6.2.2.1	Temperatura ambiente	63
6.2.2.2	Temperatura de refrigeración	64
6.2.3	Vida de anaquel comercial	65
6.2.3.1	Temperatura ambiente	65
6.2.3.2	Temperatura de refrigeración	67
6.2.4	Relación del grado de abombamiento con sinéresis y pH	68
6.2.5	Aumento de la vida de anaquel del jamón comercial	69
6.2.6	Relación costo beneficio	70
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>71</b>
<b>VIII.</b>	<b>RECOMENDACIONES PARA ESTUDIOS POSTERIORES</b>	<b>73</b>
<b>IX.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>74</b>
	<b>Anexo I</b>	<b>79</b>
	<b>Anexo II</b>	<b>80</b>
	<b>Anexo III</b>	<b>81</b>
	<b>Anexo IV</b>	<b>83</b>
	<b>Anexo V</b>	<b>88</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Ubicación del jamón dentro del grupo de las carnes frías	6
<b>Figura 2</b>	El reparto de las carnes frías en el mercado mexicano	6
<b>Figura 3</b>	Reacciones bioquímicas para la formación del pigmento nitrosomioglobina (MbNO) durante el curado	15
<b>Figura 4</b>	Reacción de la formación de nitrosaminas	16
<b>Figura 5</b>	Diagrama de flujo para la elaboración de jamón cocido	33
<b>Figura 6</b>	Diagrama de flujo para el análisis microbiológico de jamón cocido, rebanado y empacado al vacío	34
<b>Figura 7</b>	Vigilancia y análisis fisicoquímico de jamón abombado	37
<b>Figura 8</b>	Desarrollo de bacterias mesofilicas aerobias y porcentaje de paquetes abombados en jamón comercial.	39
<b>Figura 9</b>	Desarrollo de bacterias ácido lácticas y variación del pH en jamón comercial.	40
<b>Figura 10</b>	Distribución de grados de abombamiento en jamón comercial.	43
<b>Figura 11</b>	Porcentaje de agua de sinéresis producida con respecto al grado de abombamiento en el jamón comercial.	45
<b>Figura 12</b>	Valores de pH del jamón con respecto al grado de abombamiento del paquete en jamón comercial.	46
<b>Figura 13</b>	Desarrollo de bacterias mesofilicas aerobias y porcentaje de paquetes abombados en jamones adicionados con conservadores naturales.	48
<b>Figura 14</b>	Desarrollo de bacterias ácido lácticas y cambios en el pH de jamones adicionados con conservadores naturales.	49
<b>Figura 15</b>	Distribución de grados de abombamiento en jamones adicionados con conservadores naturales.	53
<b>Figura 16</b>	Porcentaje de agua de sinéresis con respecto al grado de abombamiento en jamones adicionados con conservadores naturales.	54
<b>Figura 17</b>	Valores de pH de jamón en paquetes abombados con respecto al grado de abombamiento en jamones adicionados con conservadores naturales	55

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Tipos de jamón más frecuentes en el mercado mexicano	6
<b>Tabla 2</b>	Cambios básicos que ocurren durante la degradación del jamón	8
<b>Tabla 3</b>	Microorganismos presentes durante el proceso de elaboración del jamón	9
<b>Tabla 4</b>	Especificaciones microbiológicas para el jamón cocido.	11
<b>Tabla 5</b>	Aditivos permitidos en la elaboración de jamón	13
<b>Tabla 6</b>	Materia prima y materiales utilizados para la elaboración de jamón	28
<b>Tabla 7</b>	Conservadores naturales utilizados para la preparación de Jamón	31
<b>Tabla 8</b>	Microorganismos coliformes totales y patógenos en el jamón comercial almacenado a temperatura ambiente	41
<b>Tabla 9</b>	Microorganismos coliformes totales y patógenos en el jamón comercial almacenado a temperatura de refrigeración	42
<b>Tabla 10</b>	Microorganismos coliformes totales y patógenos en los jamones adicionados con conservadores naturales y almacenados a temperatura ambiente	50
<b>Tabla 11</b>	Microorganismos coliformes totales y patógenos en los jamones adicionados con conservadores naturales y almacenados a temperatura de refrigeración	51
<b>Tabla 12</b>	Clasificación de la Familia <i>Enterobacteriaceae</i>	87

## RESUMEN

En el presente trabajo se estudió el efecto que tienen los conservadores naturales Nicon PQ™, PURASAL™ y bacteriocina WB1 en la vida de anaquel comercial y en la vida de anaquel respecto a la norma de jamón cocido, rebanado y empacado al vacío.

Para estudiar dicho efecto primeramente se realizó la caracterización microbiológica y fisicoquímica del jamón comercial de pavo de la marca ALPINO, producido por O.T.S. DONFER S.A. de C. V; a este jamón se le denominó jamón comercial o jamón control. Posteriormente se elaboraron lotes de jamón de acuerdo a la formulación del jamón comercial adicionados con los conservadores naturales de estudio.

Los conservadores Nicon PQ™, PURASAL™ se usaron combinados (combinación 1 y combinación 2) y la bacteriocina WB1 se utilizó en 2 presentaciones (en extracto y en células). Se realizaron análisis microbiológicos cada semana para jamones almacenados a temperatura ambiente y cada 2 semanas para jamones almacenados en refrigeración. Se realizaron cuentas de los siguientes grupos microbianos: mesofilicos aerobios, bacterias ácido lácticas, coliformes totales, *Escherichia coli* y colonias presuntivas de *Staphylococcus aureus*, así como la determinación de presencia o ausencia de colonias presuntivas de *Salmonella* spp. Paralelamente se realizaron análisis fisicoquímicos de las muestras que incluyeron: determinación del valor del pH, porcentaje de agua de sinéresis y porcentaje de paquetes abombados.

Se observó que el jamón comercial tiene una vida de anaquel respecto a norma de 1 semana a temperatura ambiente y de 2 semanas en refrigeración. La vida de anaquel comercial fue de 1 a 5 semanas a temperatura ambiente y de 6 a 12 semanas en refrigeración.

Con la adición de la bacteriocina WB1 en extracto se aumentó la vida de anaquel respecto a norma 2 semanas a temperatura ambiente y 6 semanas en refrigeración. La combinación 1 (mezcla de Nicon PQ<sup>TM</sup> y Purasal<sup>TM</sup>) aumentó la vida de anaquel en base a norma 2 semanas en refrigeración. En el resto de los casos (combinación 2 y bacteriocina WB1 en células) no hubo aumento de vida de anaquel respecto a norma.

La vida de anaquel comercial no se vio favorecida con ninguno de los conservadores naturales adicionados. Así mismo, no se observó correlación ( $p = 0.1\%$ ) entre el grado de abombamiento y el porcentaje de agua de sinéresis; y el grado de abombamiento con los valores de pH, en los lotes de jamón estudiados.

Se concluye que el conservador que contribuye a una mayor vida de anaquel del jamón cocido, rebanado y empacado al vacío es la WB1 en extracto convirtiéndola en una buena alternativa para utilizarla como conservador natural efectivo en alimentos.

## I. INTRODUCCIÓN

La mayoría de los problemas a los que se enfrenta la industria cárnica, principalmente las empacadoras de carnes frías, es a la de la preservación de los productos que elaboran. Aunque los productos se elaboren con excelentes prácticas de higiene y manufactura, siempre existe el riesgo de desarrollo de microorganismos causantes de la descomposición del producto. El uso de bajas temperaturas ayuda a controlar este problema, sin embargo, en México el control de las cadenas de frío es difícil, debido a su alto costo, los problemas de falta de infraestructura y al gran número de elementos que involucra (distribución del producto en los mercados). Para evitar las pérdidas tanto financieras para el productor y el riesgo en la salud del consumidor, los procesadores de carnes hacen uso de conservadores que ayudan a prevenir los problemas mencionados. Debido a que, actualmente los consumidores están optando por productos que contengan conservadores de origen natural, los productores buscan satisfacer dicha demanda. Los conservadores naturales de posible aplicación en la industria cárnica son: lactatos, extractos de semilla de toronja (EST) y las bacteriocinas. El uso de conservadores naturales, desafortunadamente, se ve limitado por la falta de información sobre su efectividad y por no saber realmente la relación costo beneficio que implica su utilización.

Para poder conocer los efectos que tienen los conservadores naturales en productos cárnicos, día con día se realizan más trabajos que puedan brindar la información necesaria para futuras aplicaciones.

Es por esto, que en el presente trabajo se realizaron estudios sobre el efecto de conservadores naturales en combinación (Nison PQ y Lactato) o en diferente presentación (bacteriocina WB1, en células y en extracto) en jamón cocido, rebanado y empacado al vacío, que es un producto de vida de anaquel reducida debido al proceso de elaboración que requiere. Para lo anterior se elaboraron lotes de jamones adicionados con conservadores naturales y se estudió su efecto sobre el desarrollo de microorganismos mesofílicos aerobios, bacterias ácido lácticas, coliformes totales y microorganismos patógenos así como las características fisicoquímicas del producto almacenado a temperatura ambiente y a temperatura de refrigeración

El objetivo de este trabajo fue determinar la efectividad de los conservadores naturales para aumentar la vida de anaquel del jamón.

## II ANTECEDENTES

### 2.1 Jamón

El jamón es el producto elaborado a partir de pierna de cerdo pero los criadores de aves sostienen que el jamón también puede elaborarse a partir de carne de pollo o pavo. Por lo que la definición actual del jamón no está estandarizada y el Comité Técnico Nacional de Normalización de Embutidos no ha llegado a un acuerdo sobre la norma específica para este producto (Anexo I). Actualmente, existe la posibilidad del surgimiento de una norma para jamón basado en la pirámide proteica, un documento de trabajo con información parcial se presenta en el Anexo II. En general, el jamón es un producto que se cataloga dentro del grupo de las carnes frías (Figura 1). Dicho producto es considerado de consumo popular, sobre todo a raíz del uso de carne de pavo o de pollo en su elaboración. El uso de esta carne permitió una disminución del 15% en precio del jamón de 1990 a 1998 (SAGAR, 2000), con un consecuente aumento en el consumo per capita de 2.8 a 5.2 Kg por año. De esta manera, el jamón ocupa un segundo lugar en distribución y consumo en el mercado nacional de carnes frías (Figura 2), donde los tipos más consumidos son jamón: Virginia, York y Americano. La clasificación de jamones existentes en el mercado mexicano se muestra en la Tabla 1.



## CARNES FRÍAS

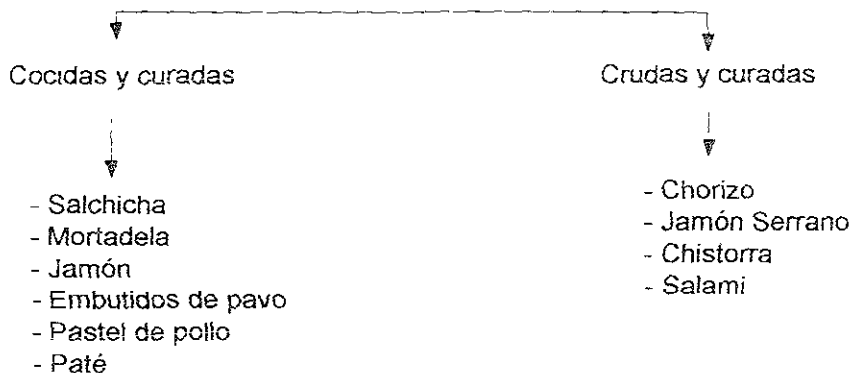


Figura 1. Ubicación del Jamón dentro del grupo de las carnes frías

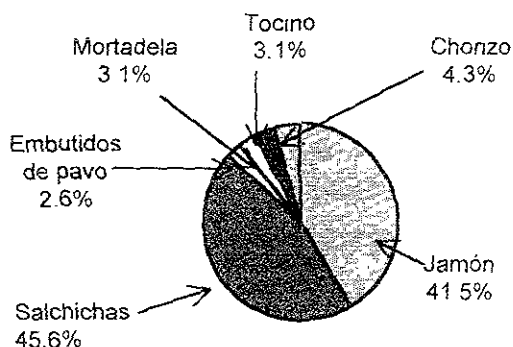


Figura 2. El reparto de las carnes frías en el mercado mexicano (Sánchez y Zapata, 2000)

Tabla 1. Tipos de jamón más frecuentes en el mercado mexicano

<b>JAMONES</b>
Elaborados con carne de cerdo sin adición de soya y/o almidón en sus diferentes contenidos de proteína
Elaborados con carne de pavo o ave sin la adición de soya y/o almidón en sus diferentes contenidos de proteína
Elaborados con mezcla de carne de pavo, ave o cerdo sin adición de soya o almidón en sus diferentes contenidos de proteína
Elaborados con carne de cerdo adicionados de soya y/o almidón en sus diferentes contenidos de proteína
Elaborados con mezcla de carne de pavo, ave o cerdo con la adición de soya y/o almidón en sus diferentes contenidos de proteína
Elaborados con carne de pavo o ave con adición de soya y/o almidón en sus diferentes contenidos de proteína

PROFECO (2001)

### **2.1.1 Elaboración**

La elaboración del jamón comienza con la inspección de la carne a utilizar, es decir, que ésta cumpla con las especificaciones establecidas en el Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios de la Secretaría de Salud (Secretaría de Salud, 1999). Posteriormente se procede al curado o incorporación de la salmuera a la carne (ya sea por inyección y/o masajeo) y finalmente el producto es cocido a temperaturas internas de entre 68°C y 72°C.

Una vez cocido, se realiza un choque térmico para aumentar la vida de anaquel, sumergiendo las piezas de jamón cocido calientes en agua fría (con hielo)

### **2.1.2 Vida de Anaquel**

Se denomina vida de anaquel al periodo de tiempo durante el cual el jamón retiene sus características fisicoquímicas y microbiológicas de manera que no representa un riesgo para la salud y es aceptado por el consumidor.

#### **2.1.2.1 Abombamiento del paquete**

Se denomina abombamiento al fenómeno de producción de gas con un consecuente hinchamiento del paquete. Para efectos de este trabajo, el grado de abombamiento de un paquete varía en tres niveles; grado 1, grado 2 y grado 3, donde el grado perceptible por el consumidor promedio es el 3.

#### **2.1.2.2 Vida de anaquel de acuerdo a Norma**

Es el periodo de tiempo durante el cual el producto cumple con los límites permisibles establecidos en normas oficiales.

### 2.1.2.3 Vida de anaquel comercial

La vida de anaquel comercial es el periodo de tiempo durante el cual el jamón retiene sus características fisicoquímicas y microbiológicas y es aceptado por el consumidor. En la Tabla 2 se describen los principales factores que afectan la vida de anaquel comercial del jamón.

Aunque no existe una norma en términos de abombamiento, en este trabajo la vida de anaquel comercial termina cuando el 70 % del total de paquetes que conforman un lote se abomba, independientemente del grado de abombamiento.

Así mismo, el valor de pH mínimo al cual el jamón ya no es aceptado por el consumidor es de 4.8-5.0. El agua de sinéresis producida (por efectos de la desnaturalización de las proteínas) debe ser de un mínimo de 5-8%, contenida en el paquete del jamón (Mello D. y Pérez A., comunicación personal).

Tabla 2. Cambios básicos que ocurren durante la degradación del jamón

TIPOS DE CAMBIO	CARACTERÍSTICAS
BIOQUÍMICOS	Pérdida de nutrimentos como: vitaminas, hidratos de carbono, oxidación de lípidos. Reacción de enzimas, pardeamiento u oscurecimiento debido a los productos derivados de reacciones de Maillard.
FÍSICOS	Pérdida o ganancia de humedad, pérdida de textura, daño en los tejidos, decoloración.
SENSORIALES	Desarrollo de olores desagradables, aparición de colores, modificación del sabor, pérdida de color.
MICROBIOLÓGICOS	Desarrollo de m.o. indeseables, muerte o inactivación de m.o. benéficos, fermentación, producción de CO <sub>2</sub> , putrefacción, formación de toxinas provenientes de microorganismos patógenos como por ejemplo <i>S. aureus</i> , <i>C. botulinum</i> , entre otros.

Basado en Núñez y Macavilca, (2000).

### 2.1.3 Microbiología

La presencia de microorganismos en el jamón puede causar su deterioro (microorganismos de descomposición) o daño a la salud del consumidor (microorganismos patógenos), pudiendo incluso causar la muerte. El efecto de los microorganismos más comunes en la salud del hombre se detalla en el Anexo III.

Los microorganismos más comunes de posible presencia durante la elaboración del jamón comprenden tanto microorganismos patógenos como microorganismos de descomposición (Tabla 3).

Tabla 3 Microorganismos que pudieran estar presentes durante el proceso de elaboración del jamón

Proceso	Microorganismos	Referencia
Carne obtenida durante el sacrificio.	<i>Staphylococcus</i> spp, <i>Micrococcus</i> spp, <i>Listeria</i> spp, <i>Pseudomonas</i> spp, levaduras y mohos.	ICMSF, (1985)
Carne cruda almacenada a temperatura de refrigeración.	<i>Aereomonas</i> , spp, <i>Alcaligenes</i> spp, <i>Flavobacterium</i> spp, <i>Moxarella</i> spp <i>Staphylococcus</i> spp, <i>Micrococcus</i> spp, <i>Acinetobacter</i> spp, <i>Pseudomonas</i> spp y del genero de <i>Listeria</i> spp.	López y Valdés, (2000)
Curado	<i>Micrococcus</i> spp, y <i>Staphylococcus</i> spp.	Price y Swelgert, 1994
Cocción	Esporas de <i>Clostridium</i> spp y <i>Bacillus</i> spp.	ICMSF, (1985)
Empacado	<i>Staphylococcus</i> spp y enterobacterias.	Price y Swelgert, 1994; ICMSF, (1985); ICMSF, (1986)
Producto empacado al vacío y almacenado a temperatura de refrigeración	Microorganismos psicrófilos <sup>1</sup> , levaduras, bacterias ácido lácticas y <i>Micrococcus</i> spp.	Samelis y col., (1998)

<sup>1</sup> Los microorganismos psicrófilos son aquellos que pueden crecer a temperaturas de 0°C-15°C aunque su temperatura óptima sea de entre los 20°C-35°C por ejemplo algunas cepas de *Escherichia coli*, *Leuconostoc mesenteroides* y del género de *Listeria*

#### **2.1.4 Especificaciones microbiológicas**

Realizando una búsqueda se encontró que en México no se cuenta con una norma oficial específica para jamón cocido, rebanado y empacado al vacío. Dicho producto está regulado en nuestro país por la NOM-122-SSA1-1994 "Productos de la Carne. Productos Cárnicos Curados y Cocidos y Curados Emulsionados y Cocidos". Disposiciones y especificaciones sanitarias" expedida por la Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios de la Secretaría de Salud. Dicha norma contiene especificaciones para producto en planta o frontera y para producto en punto de venta (Tabla 4)

En una búsqueda de normas para este producto a nivel internacional, no se encontraron normas de referencia para jamón en la legislación de Estados Unidos de América o Canadá. Dentro de los países Europeos se encontraron las especificaciones descritas por la Presidencia del Gobierno del Reino de España del 13 de enero de 1998, donde se establecen las condiciones sanitarias aplicables a la producción y comercialización de carne picada y preparados de carne. Se describen 4 tipos de calidad para el producto: Satisfactoria, Aceptable, Insatisfactoria y Alimento tóxico corrompido (Tabla 4). Esta Norma no distingue entre calidad en planta o frontera y calidad en punto de venta.

En una de las páginas web del Centro Europeo para el Medio Ambiente y la Salud de la OMS, se ofrece un borrador de una base de datos con normas y recomendaciones microbiológicas de 25 países e instituciones de todo el mundo donde la única referencia a jamón rebanado se encontró en el caso de Irlanda (meat, sliced ham and tongue) para producto en punto de venta (OMS, 2001).

Dichas recomendaciones estipulan 4 categorías: Satisfactoria, Aceptable, Insatisfactoria e Inaceptable o Potencialmente peligrosa (Tabla 4).

Tabla 4 Especificaciones máximas permitidas para jamón cocido

Microorganismo UFC/g	NOM-122-SSA1-1994 Productos de la carne, Productos Cárnicos Curados y Cocidos y Curados Emulsionados y Cocidos <sup>1</sup>		Norma microbiológica española para preparados de carne por industrias <sup>2</sup>				OMS (Irlanda: Prime Minister Office) Recomendaciones para Jamón rebanado y lengua (PV) <sup>3</sup>			
	P/F	PV	S	Ac	I	T	S	Ac	I	T
Mesofilicos aerobios*	1x10 <sup>5</sup>	6x10 <sup>5</sup>	≤15x10 <sup>5</sup>	-	>5x10 <sup>6</sup>	>5x10 <sup>8</sup>	<1x10 <sup>6</sup>	≤10 <sup>6</sup> -10 <sup>7</sup>	>10 <sup>7</sup>	-
<i>Staphylococcus aureus</i> *	100	1 000	≤15x10 <sup>2</sup>	-	>5x10 <sup>3</sup>	>5x10 <sup>4</sup>	<20	<20-100	<10 <sup>2</sup> -10 <sup>4</sup>	>10 <sup>4</sup>
<i>Salmonella</i> *	A (en 25 g)		A (en 1 g)	-	-	-	A (en 25g)	-	A (en 25g)	-
<i>Escherichia coli</i> *	-		≤15x10 <sup>2</sup>	-	>5x10 <sup>3</sup>	>5x10 <sup>5</sup>	<20	20 - 100	10 <sup>2</sup> -10 <sup>4</sup>	>10 <sup>4</sup>

1 = Secretaría de Salud, (1994)

2 = Presidencia de Gobierno del Reino de España, (1998)

3 = OMS, (2001)

P/F = planta o frontera

PV = punto de venta

S = satisfactoria

Ac = aceptable

I = insatisfactoria

T = alimento tóxico corrompido

- no especificado

A = Ausencia

\* Para información detallada ver Anexo IV

## 2.2 Bacterias ácido lácticas

Las bacterias ácido lácticas (BAL) son un grupo de microorganismos Gram(+) que pueden ser homofermentativos o heterofermentativos. Las BAL homofermentativas tienen como producto metabólico principal al ácido láctico e incluyen los géneros *Lactococcus*, *Pediococcus* y algunas especies de *Lactobacillus*. Las BAL heterofermentativas producen, además de ácido láctico, ácido acético y CO<sub>2</sub>. Dentro de este grupo figuran los géneros *Leuconostoc* y algunas especies de *Lactobacillus*. Son determinantes en la vida de anaquel de productos empacados al vacío debido a que son anaerobias facultativas. Un nivel alto de BAL heterofermentativas altera el producto a través de la producción de CO<sub>2</sub>, que provoca el abombamiento o hinchamiento de los paquetes. Por otro lado, las BAL pueden causar alteraciones en el sabor y aroma del jamón debido a la producción de ácido láctico o acético (Benezet y col., 1997). Las BAL reportadas como características en la descomposición del jamón son: *Leuconostoc mesenteroides* ssp *mesenteroides*, *Lactobacillus sake*, *Lactobacillus curvatus* y algunas especies del género de *Carnobacterium* spp (Samelis y col., 1998).

## 2.3 Aditivos empleados en la elaboración de jamón

### 2.3.1 Aditivos

El Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios publicado en el Diario Oficial de la Federación del 9 de Agosto de 1999, establece como aditivo a "la sustancia que se adiciona directamente a los productos, durante su elaboración, para proporcionar o intensificar aroma, color o sabor, para mejorar su estabilidad o para su conservación". Así mismo, el reglamento establece que "los

aditivos deberán usarse únicamente en la cantidad necesaria para obtener el efecto deseado, no exceder los límites permitidos por la Secretaría de Salud y estar libres, en su caso, de descomposición, putrefacción y otras alteraciones que los hagan no aptos para el consumo humano”.

Los aditivos permitidos para productos curados y cocidos según la Norma Oficial NOM-122-SSA-1-1994 (Secretaría de Salud, 1994), se presentan en la tabla 5.

Tabla 5 Aditivos permitidos en la elaboración de jamón

FUNCIÓN	ADITIVO
Agentes curantes	Nitrato y nitrito de sodio
Reguladores de pH	Ácidos: láctico, acético, fosfórico, tartárico, cítrico, fumárico; y lactato de sodio
Acelerador de color	Glucono delta lactona
Ligadores	<b>Gomas:</b> Agar agar, goma guar, ácido algínico, alginatos de sodio, potasio o alginato de propileno glicol, carragenina y goma caraya. <b>Proteínas y Féculas:</b> Proteína aislada de soya, concentrado de soya, caseinato de sodio, colágeno, suero de leche en polvo, leche en polvo descremada, harina de cereales, féculas y almidones solos o mezclados.
Edulcorantes	Sacarosa, azúcar invertida, dextrosa en polvo, jarabe de maíz, maltosa, miel de abeja, lactosa y glucosa.
Antioxidantes	Ácido ascórbico, ascorbato de sodio, ácido eritorbico, O-tocoferol, eritorbato de sodio, ácido fumárico, ácido cítrico y citrato de sodio.
Acentuadores de sabor	Glutamato monosódico, inosinato disódico, guanilato disódico, proteína vegetal hidrolizada, humo proveniente de la combustión de maderas no resinosas ni tratadas, saborizante humo.
Retenedores de humedad	Fosfatos mono y disódico, meta y polifosfatos de sodio, tripoliifosfato de sodio, pirofosfato ácido de sodio y pirofosfato tetrasódico.
Conservadores	Propionato de sodio, sorbato de potasio, propil parabeno, benzoato de sodio
Colorantes	Colorantes naturales



De los aditivos permitidos en la Norma Oficial NOM-122-SSA-1-1994 (Secretaría de Salud, 19994), se describen a continuación los empleados en el jamón elaborado en el presente trabajo.

### **Agentes Curantes**

El curado es el proceso mediante el cual la carne adquiere el color rosa característico del jamón. Los agentes curantes utilizados en la elaboración del jamón son los nitritos de sodio o de potasio. El poder del nitrito como formador de colores rosados en carnes se conoce desde épocas romanas (Möhler K., 1982). Son sustancias permitidas como aditivos y coadyuvantes según el acuerdo firmado el 7 de diciembre de 1999 (Secretaría de Salud, 1999). Durante el curado el nitrito se descompone en óxido nítrico y reacciona con la mioglobina para formar nitrosomioglobina (Figura 3), responsable del color rosa característico. Así mismo, con la adición de nitrito como agente de curación se consigue dar color, aroma y sabor característico del curado (Möhler K., 1982), se retarda la oxidación de las grasas (Mendoza E., 2000) y se genera acción antagónica contra *C. Botulinum* en las carnes. Este microorganismo esporulado produce una neurotoxina letal y el nitrito inhibe el proceso de conversión del microorganismo de espora a célula vegetativa (Gould G., 1989).

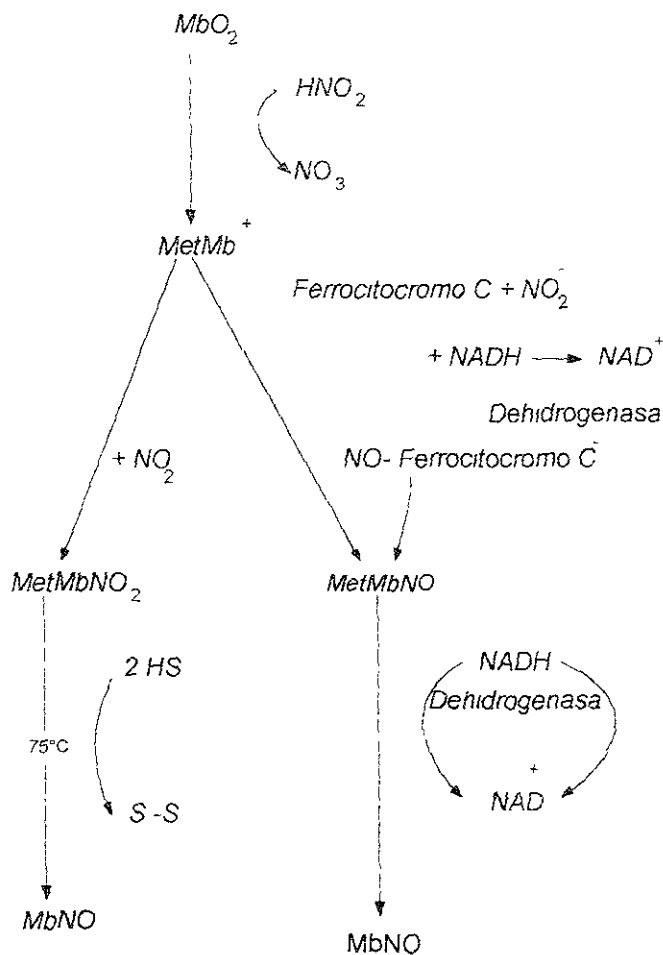


Figura 3 Reacciones bioquímicas para la formación del pigmento nitrosomioglobina (MbNO) durante el curado. (Möhler, 1982)

Se atribuye a los nitritos un efecto tóxico para la salud humana debido a que a partir de ellos se forman compuestos cancerígenos denominados nitrosaminas. Esto sólo sucede cuando un grupo  $-NO$ , se incorpora a un átomo de nitrógeno de compuestos nitrogenados presentes en la carne, por ejemplo las proteínas (Figura 4). Por tal motivo el uso de nitritos en los últimos años se ha ido restringiendo, quedando como límite de seguridad una concentración de 80-120 ppm y un límite máximo de 125-156 ppm como aditivos en carnes (Madrid A., 1987; Secretaría de

Salud, 1994). Aunque se argumenta que la formación de nitrosaminas sucede solamente a valores de pH de 2, imposibles de encontrar en ningún alimento, existe el riesgo de que la formación de nitrosaminas se realice en el estómago, donde sí se presentan dichos valores (Möhler K., 1982). Sin embargo para evitar lo anterior se hace uso de la adición de eritorbatos y ascorbatos de sodio, o ácido ascórbico durante la elaboración de los productos cárnicos (Takeda, 1999). En el ámbito industrial los nitritos se pueden adicionar de dos maneras: 1) mezclados con sal y se comercializa con el nombre de sal de cura y 2) directamente en la salmuera, en este último caso la adición debe realizarse con agitación constante y a altas velocidades. La ventaja de utilizar nitritos directamente, es que se conoce exactamente la cantidad adicionada. Sin embargo, cuando se adiciona como sal de cura se tiene por lo general la incertidumbre de cuánto es exactamente lo que se está agregando de nitrito, por no conocer con exactitud la proporción de sal y nitrito que dicha sal de cura contiene (Pérez A. comunicación personal).

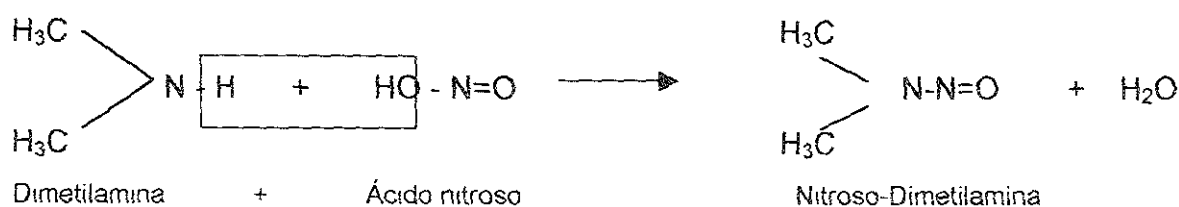


Figura 4 Reacción de la formación de nitrosaminas

## **Fosfatos**

Los fosfatos más utilizados son los tripolifosfatos, hexametáfosfato y pirofosfato ácido de sodio. Son sustancias Generalmente Reconocidas como Seguras (GRAS) por la FDA (Food & Drug Administration). Las funciones en productos cárnicos son: reducir la humedad durante la cocción, mejorar el sabor de cocción, aumentar la disolución de las proteínas cárnicas lo que ayuda a tener mayor interacción entre las piezas musculares, inhibir la rancidez oxidativa secuestrando cationes multivalentes, estabilizar el color de productos curados, reducen la viscosidad y ayudan a estabilizar la emulsión entre la grasa y las proteínas presentes en los productos cárnicos. Debido a que el tripolifosfato de sodio es insoluble en agua, deben de añadirse al principio de la preparación de la salmuera con fuerte agitación y antes de adicionar hielo ya que a bajas temperaturas se complica su disolución (SOLUTIA, 2000).

## **Colorantes**

Los colorantes empleados son de origen natural, principalmente el rojo carmín, proveniente del pigmento de las hembras desecadas del insecto "*Coccus cacti*", indígena de Canarias y Sudamérica. Se aplica en cárnicos para dar color rosado (Huges C., 1994; Igoe R., 1989).

## **Aislados de proteína de soya**

Los aislados de proteína de soya son producidos eliminando las fracciones de hidratos de carbono solubles e insolubles de la harina de soya desengrasada. Estos productos contienen aproximadamente 90% de proteína. Los aislados de

soya generalmente contienen un porcentaje alto de proteína soluble y un perfil de sabor bajo. Las proteínas de soya pueden mejorar las características de textura de los productos cárnicos, al menos ligando grasa y agua. En este sentido, las proteínas de soya actúan como rellenos dentro de la red de un gel multicomponente. El concentrado funcional de soya tiene la habilidad de reemplazar hasta el 23% de la proteína del músculo de pavo y mantener la funcionalidad encontrada en un producto 100% carne (Campano G., 2001). En la elaboración de jamón los aislados proteicos deben adicionarse desde el inicio de la preparación de la salmuera pues a mayor tiempo en agitación se permite una buena disolución y homogenización en la salmuera.

### **Azúcares/ Maltodextrinas**

Los azúcares no participan en las reacciones del nitrito con los pigmentos del músculo. Influyen sobre la constitución del sabor (Möhler K., 1982). Las maltodextrinas utilizadas en productos cárnicos sirven como espesantes debido a su capacidad de ligar agua, son excelentes encapsulantes de aceites, grasas, colorantes y oleorresinas, así mismo, ayudan a mejorar el cuerpo y la textura de los productos, preservan el color, controlan el encogimiento, son acarreadoras de sabor y forman películas protectoras contra la pérdida de humedad y color (Arancia, 2000).

### **Proteína vegetal hidrolizada, Glutamato monosódico**

Tanto la proteína hidrolizada como los glutamatos son potenciadores de sabor. La proteína vegetal hidrolizada se obtiene por hidrólisis ácida a altas temperaturas de

proteínas de origen vegetal. La proteína vegetal hidrolizada es rica en aminoácidos de los cuales la mayoría son potenciadores de sabor (Hughes C., 1994). Su uso principal es potenciar o reforzar las notas cárnicas. De igual forma se utiliza el glutamato monosódico que es un potenciador de sabor de productos ricos en proteína (Igoe R., 1989).

### **Carragenina**

Es un espesante y gelificante, se extrajo por primera vez de la alga marina *Chondrus crispus* en 1844. Se utiliza en los productos cárnicos como retenedores de humedad, es un hidrocoloide de mayor importancia en productos cárnicos debido a su poder gelificante y a que no aporta color, sabor y olor. La carragenina es insoluble en frío y a medida de que aumenta la temperatura es totalmente soluble lo cual hace que se incremente la viscosidad de la salmuera. Sin embargo, las bajas temperaturas y el alto contenido de sales pueden evitar la completa disolución de la carragenina, por lo que es recomendado adicionarla después de haber adicionado el fosfato y la sal con agitación constante para evitar la sedimentación (Medina Q., 2000).

### **Ácido eritorbico ó eritorbato de sodio**

Químicamente, el eritorbato es la sal sódica del ácido eritorbico. El eritorbato es un aditivo reconocido como seguro por la FDA. En la elaboración de jamones el eritorbato se usa para disminuir la formación de nitrosaminas en el producto (Cultor Food Science, 2000). Se utiliza como antioxidante y conservante de color en carne y productos cárnicos, tiene una gran afinidad por el oxígeno disuelto. Con

frecuencia se utiliza junto con el nitrato de sodio para acelerar el curado de la carne (Hughes C., 1994). El eritorbato es un estabilizante de los nitritos ya que evita que los compuestos oxidantes actúen contra el nitrito, por lo que se deben adicionar al final de todos los ingredientes una vez que los nitritos están homogéneamente dispersos en la salmuera.

## **2.4 Conservadores**

Conservador es la sustancia o mezcla de sustancias que previene, retarda o detiene la fermentación, el enmohecimiento, la putrefacción, acidificación u otra alteración de los productos causados por algunos microorganismos y por algunas enzimas (Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios, 1999). Los fabricantes de alimentos son los más perjudicados con la presencia de microorganismos en alimentos pues incurren en costos de calidad, comercialización, calidad de imagen y marca. Por tal motivo, existen razones poderosas para el uso de conservadores. Dentro de los conservadores se pueden encontrar los conservadores químicos y los naturales. Aunque existen argumentos a favor y en contra del uso de conservadores tanto naturales como sintéticos, ambos son seguros en las concentraciones permitidas por la legislación de cada país (Hughes C., 1994). Sin embargo, debido a la falta de información sobre legislación y toxicidad, entre los consumidores existe la creencia de que los conservadores naturales son más sanos que los sintéticos, por tal motivo algunos fabricantes engalanan sus embalajes con la frase de que el alimento solo contiene conservadores naturales, para obtener mayores ventas.

### **2.4.1 Conservadores químicos**

Los conservadores químicos se conocen comúnmente como aquellos compuestos de origen químicamente sintético. En la Industria cárnica de acuerdo a la Norma Oficial NOM-122-SSA-1-1994 (Secretaría de Salud, 1994) solo están permitidos los siguientes conservadores químicos: propionato de sodio, sorbato de potasio, propil parabeno y benzoato de sodio. Dichos conservadores son muy eficaces contra hongos y levaduras, teniendo poca acción sobre bacterias y nula sobre bacterias ácido lácticas como es el caso del sorbato de sodio (Sortwell D., 1993).

### **2.4.2 Conservadores naturales**

Los conservadores naturales son sustancias que se obtienen o se derivan de materiales o procesos biológicos, aunque los que se comercializan por lo general son elaborados a partir de síntesis y se conocen como sustancias idénticas a las de origen natural. Su inocuidad a la salud se atribuye a que se degradan en el organismo. Dentro de este grupo se encuentran los ácidos orgánicos (ácidos láctico y acético), los extractos de semillas de toronja (EST) distribuidos bajo nombres comerciales como Nicon PQ<sup>TM</sup> (Nurioc S.A. de CV), Delegol® (Bayer), Citricidal® (Nutriteam) y las bacteriocinas como nisina o pediocina. La nisina es comercializada bajo los nombres comerciales de Nisaplin<sup>TM</sup> (Quest International), Chrisin (Christian Hansen) y Ambicin (Ambi International).

La adición de conservadores naturales a los alimentos forma parte de lo que se denomina bioconservación y que se define como “La extensión de la vida útil e incremento de la seguridad sanitaria de los alimentos mediante la microflora natural o sus metabolitos” (Aymerich y Hugas, 1998).



#### 2.4.2.1 Conservadores naturales de posible aplicación en jamón

Los conservadores naturales más ampliamente utilizados para productos cárnicos en el mercado incluyen cultivos bioprotectores a partir de bacterias lácticas (Perlac<sup>TM</sup>, distribuido por Quest Internacional), mezclas de lactato sódico con acetato sódico (Bestate<sup>TM</sup>, distribuido por Trumarck Inc.), Lactato (distribuido por innumerables Compañías), extracto de semillas de toronja y bacteriocinas. De los conservadores anteriormente mencionados en este trabajo se hará énfasis en los tres últimos.

##### Lactato

El lactato es el producto de fermentación de las bacterias lácticas. Es reconocido por la FDA como una sustancia segura. El lactato es biodegradable en el cuerpo humano, siendo los productos finales de la biodegradación agua y CO<sub>2</sub>. El uso de este conservador es muy amplio pues se puede utilizar tanto en quesos, carnes, huevos y otros alimentos con buenos resultados contra *L. monocytogenes* y *Cl. botulinum* (Galactic, 2000 y Shelef L., 1994). Se ha reportado que la concentración eficiente de lactato para inhibir microorganismos en jamones es de 2% (Sebranck J., 1999; Rondín y col., 1996).

Los mecanismos de acción de los lactatos que se han reportado son dos a) En su forma no disociada atravesando la membrana celular (pues deshabilita los ácidos lipofílicos de la membrana) acidificando el interior de la célula y b) Especificidad para bajar la actividad del agua (Shelef L., 1994). Debido a que es una sal, el lactato intensifica el sabor salado de los productos cárnicos, por lo que el nivel máximo sugerido en productos cárnicos es de 4.8 % (Bert de Vegt, 1997).

## Extractos de semillas de toronja

El extracto de semillas de toronja (EST) tiene un amplio espectro de inhibición que abarca bacterias como *Enterobacteriaceae*, *Staphylococcus* y algunos hongos como *Aspergillus* y *Penicillium*. El EST es un líquido de color amarillo limón, viscoso, soluble en agua. De acuerdo a los productores, no causa problemas de intoxicación y acumulación en el hombre y animales de sangre caliente, por lo que es reconocido por la FDA como sustancia segura para el consumo. El mecanismo de acción del EST se basa en que rompe las paredes celulares de los microorganismos. En presencia de hierro, sulfato ferroso y plomo, su efecto bactericida se inhibe (NURIOC S A de C. V., Bayer® y NUTRITEAM).

## Bacteriocinas

Las bacteriocinas son péptidos producidos por bacterias ácido lácticas como mecanismos de defensa contra otros microorganismos. La bacteriocina de mayor uso comercial es la Nisina producida por *L. lactis* subsp *lactis* y comercializada por Quest International como Nisaplin, por AMBI Inc. (USA) como Ambicin y por Chr. Hansen (DK) como Chrisin. La nisina es la única bacteriocina reconocida como GRAS por la FDA. Otra bacteriocina de distribución comercial pero no reconocida como GRAS es la Pediocina PA-1 comercializada por QUEST International. Por otro lado, compañías como NESTLE han desarrollado sus propias bacteriocinas como la Termofilina 1 y Termofilina 2 (Germond y col., 1997).

Las bacteriocinas se usan en productos lácteos y en menor medida en productos fermentados y productos cárnicos (Davies y col., 1997; Gänzle y col., 1997; Hugas y col., 1998; Marrug J., 1991; Sebranck J., 1999; Stiles M., 1996). Las

bacteriocinas están dirigidas principalmente a inhibir el crecimiento de *Listeria monocytogenes* en alimentos. Este microorganismo es un patógeno emergente que ha despertado interés en el ámbito mundial por ser un microorganismo 30% letal. El mecanismo de acción de las bacteriocinas se basa en la destrucción de la membrana celular (Requena y Peláez, 1995).

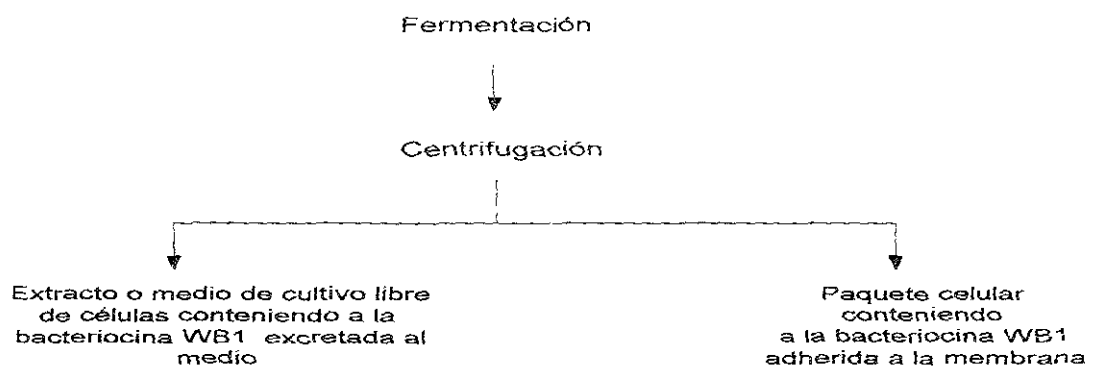
La desventaja de las bacteriocinas es que inhiben únicamente el desarrollo de microorganismos Gram positivos. Su efecto inhibitorio contra microorganismos Gram negativos está limitado. Actúan contra los Gram negativos al destruir o lesionar la pared celular por medio de agentes quelantes como el EDTA (ácido etilen diamino tetracético), en combinación con otras sustancias como NaCl al 3% ó valores de pH menores de 5 (Gänzle y col., 1999; Siragusa y Nestler, 1993; y Stevens y col., 1991).

Las bacteriocinas no solo se han aplicado directamente al producto durante su elaboración, sino que también se han aplicado esparciéndolas sobre los envases o empaques utilizados para alimentos (Ming y col., 1997).

Cabe mencionar que el uso de bacteriocinas en la industria alimentaría es más caro que el uso de cualquier otro conservador químico debido a que tanto la nisina como la pediocina PA-1 son productos de importación. Una alternativa para disminuir el costo de adicionar bacteriocinas a los productos alimenticios es el uso de cepas productoras de bacteriocinas de origen nacional como es el caso de la bacteriocina WB1.

## Bacteriocina WB1

La bacteriocina WB1 es producida por *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* aislado del pozol (Cañas A., 1993; Santiago C., 2000). Inhibe a *L. monocytogenes* y es termoestable (Pereyra y Trejo., 1999). La obtención de esta bacteriocina a partir de la cepa productora se realiza a partir de células o de medio de cultivo como se describe a continuación:



Tanto el extracto como las células representan un método que probablemente implique un menor costo de producción que la adquisición de nisina comercial.

### 2.5 Necesidad de utilizar conservadores

El papel de un conservador consiste en inhibir o retardar el crecimiento microbiano en los alimentos. La extensión de dicha inhibición o retraso en el crecimiento de los diferentes microorganismos patógenos o de descomposición varía de país a país y de cultura a cultura. Así por ejemplo en los países nórdicos los consumidores no son afectos a productos que hayan sido almacenados por más de una semana a partir de su fecha de elaboración. En el caso de los productos cárnicos y específicamente en el caso del jamón rebanado la vida de anaquel

deseada por el consumidor o permitida por el distribuidor varía de tres días en Estados Unidos de América (Brewer S., 2001) a 3 meses en México y Brasil. Estas variaciones están dictaminadas por la extensión del país, la temperatura ambiente promedio y el poder adquisitivo del mercado. En países de grandes extensiones, altas temperaturas ambientales y bajo poder adquisitivo, el abuso de temperatura durante la distribución del producto es bastante difícil debido a su alto costo, los problemas de infraestructura y el gran número de elementos involucrados (como los de distribución y comercialización). Ante esta problemática, se tiende a buscar nuevos conservadores o posibles combinaciones que mantengan la vida de anaquel del producto. En productos cárnicos mexicanos, esta búsqueda ha empezado a incluir la introducción de conservadores naturales. Sin embargo el uso de estos conservadores se ve restringido por dos factores principales 1) el desconocimiento de su efecto en el producto y 2) el desconocimiento de la relación costo beneficio que implica su utilización.

Es por eso que los trabajos encaminados a determinar dichas características son de gran importancia en la actualidad.

En el presente trabajo, se estudió el uso de 3 conservadores naturales en jamón cocido, rebanado y empacado al vacío con objeto de determinar la efectividad y la relación del costo beneficio de su aplicación.

### III. OBJETIVOS

#### Objetivo general

- Determinar el efecto de la adición de conservadores naturales en la vida de anaquel del jamón cocido, rebanado y empacado al vacío mediante análisis microbiológicos y fisicoquímicos.

#### Objetivos específicos

- Caracterizar la calidad microbiológica y fisicoquímica del jamón comercial.
- Observar el efecto de la temperatura en la vida de anaquel del jamón.
- Evaluar la influencia que tienen los conservadores naturales en el desarrollo de microorganismos mesófilos aerobios, bacterias ácido lácticas y microorganismos patógenos en el jamón.
- Observar si los conservadores naturales influyen en las propiedades fisicoquímicas del jamón.
- Determinar la relación costo-beneficio que implica el utilizar conservadores naturales en el jamón.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Materia prima y empaques

La materia prima y los empaques utilizados para la elaboración del jamón se describen en la Tabla 6.

Tabla 6 Materia prima y materiales utilizados para la elaboración de jamón

Material		Proporcionado por
<b>SALMUERA<sup>1</sup></b>	Fosfatos	<b>NORIS S.A. de CV.</b>
	Azúcar/Maltodextrina	
	Sal	
	Nitritos	
	Eritorbato	
	Aceites y oleorresinas, glutamato monosódico, proteína vegetal hidrolizada Colorante(rojo carmín)	
	Aislado proteico de soya	<b>O. T. S. DONFER S. A. de CV.</b>
	Carragenina	
	Fundas de cocimiento directo	
Empaques "cryovac"		
Carne de Pavo		

(1) La salmuera se preparó de acuerdo a las especificaciones de DONFER, S.A. de CV.

### 4.2 Equipo

El equipo utilizado para la elaboración del jamón fue el siguiente: Agitador para la salmuera con propela doble de tres hélices (Asea Brown Boveri de 3400 rpm); Tanque para preparar la salmuera de acero inoxidable (Capacidad de 300 litros); Masajeadora para vacío (Vaccum Tumbler Lycos 115 Volts, capacidad para 30 Kg de pasta); Embutidora (Fatosa, capacidad para 110 litros de pasta); Marmita (B.H. Gubert & Son Inc. Capacidad para 200 litros de agua); Rebanadora comercial (Berkel 95 Volts.); Rebanadora (Pigore 110 Volts); y Empacadora al vacío (Multivac Mod. 5100).

#### **4.2.1 Sanitización del equipo**

Todo el equipo utilizado se lavó previamente con jabón y agua y se desinfectó con una solución de sales cuaternarias de amonio, enjuagándose después abundantemente con agua.

#### **4.3 Medios de cultivo y soluciones**

Los medios de cultivo utilizados fueron los siguientes: Peptona de caseína (Bioxon 153), Agar MRS (de Man, Rogosa y Sharpe) (Oxoid CM 359, Merck 1.10660); Agar extracto glucosa y tripticaseína (Bioxon 13); Placas Petrifilm (3M, 6414); Agar de Baird – Parker (Bioxon 239); Solución de yema de huevo y telurito (Merck 1.03785); Caldo lactosado (Bioxon 117); Caldo cistina y selenito (BBL 11606), Base de caldo tetrionato (Bioxon 120); Agar entérico de Hektoen (Bioxon 224); Agar bismuto y sulfito (Bioxon 212).

#### **4.4 Conservadores utilizados**

En este trabajo se utilizaron los siguientes conservadores naturales: Purasal™, Nicon PQ™ y Bacteriocina WB1.

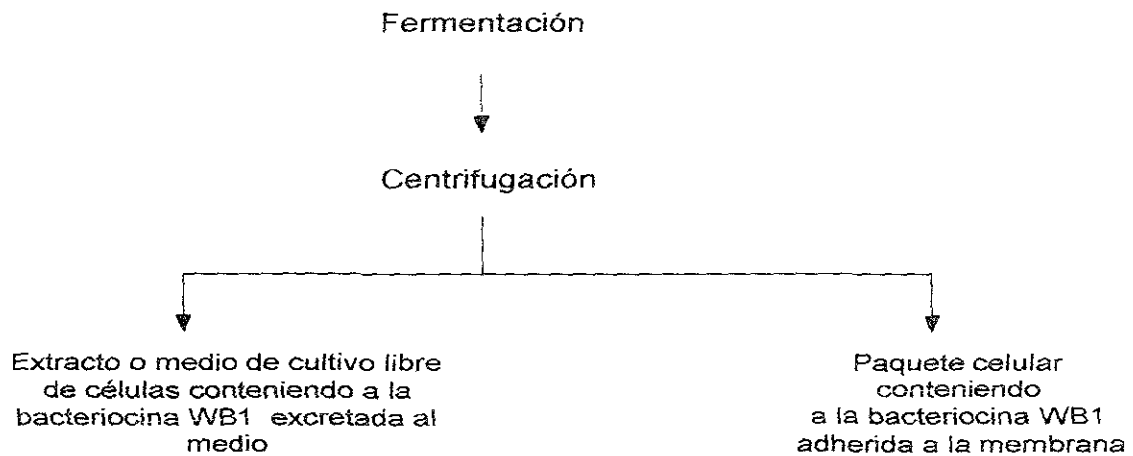
##### **4.4.1 Purasal™ y Nicon PQ™**

Con base en estudios realizados por Rosas y col., (2000) se decidió utilizar una mezcla de Purasal™ con Nicon PQ™ en dos diferentes combinaciones (Tabla 7).



#### 4.4.2 Bacteriocina WB1

La bacteriocina WB1 se preparó como se muestra a continuación:



Tanto el extracto como las células se adicionaron en una concentración equivalente a la concentración máxima permitida para nisina en México: 0.00125%, según la norma NOM-121-SSA1-1994 (Secretaría de Salud, 1994) (Tabla 7).

Tabla 7 Conservadores naturales utilizados para la preparación de Jamón

CONSERVADOR	Forma de uso	Precio por Kg de jamón en pesos	Fecha de elaboración
PURASAL™ (Lactato) (Rhodia de México)	Combinación 1 <sup>2</sup>	0.5681	03/02/00
NICON PQ™ (Nutrioc S.A de CV.)	Combinación 2 <sup>2</sup>	0.9701	01/03/00
BACTERIOCINA WB1 (Muestra experimental) <sup>1</sup>	0.00125% (en células)	El precio no está definido (es un conservador no comercial)	22/03/00
	0.00125% en extracto		05/05/00

1 Proporcionada por V. Santiago

2 Con base en estudios realizados por Rosas y col., (2000) se probaron dos mezclas de Nicon PQ™ adicionado con PURASAL™, (las concentraciones usadas en el presente trabajo son confidenciales)

3 Con base en la concentración máxima permitida para Nisina (0.00125%) en México (Secretaría de Salud, 1994)

#### 4.5 Elaboración y almacenamiento de Jamón

Para cada mezcla de conservadores naturales, se elaboró un lote de jamón de 6 piezas (Figura 5). Para el jamón control (sin la adición de conservadores naturales), se hicieron 3 lotes.

El jamón fue elaborado y cocido en la planta piloto de NORIS S.A. de CV. Las operaciones de rebanado y empaçado al vacío se llevaron a cabo en las instalaciones de fabricante (O.T.S. DONFER S.A. de CV.). Una vez empaçado el jamón se dividió en dos partes; una parte se almacenó a temperatura ambiente (quedando a disposición de los cambios del clima) y la otra parte se almacenó en refrigeración (4°C – 6°C) (Figura 5). El almacenamiento se realizó en las instalaciones de NORIS S.A. de CV.

#### 4.6 Análisis microbiológico

Se realizaron análisis microbiológicos cada semana para los jamones almacenados a temperatura ambiente y cada 2 semanas para los jamones almacenados en refrigeración. Para cada temperatura y tiempo se hizo un muestreo de dos paquetes de cada lote y cada paquete se sembró por duplicado. Se realizaron cuentas de los siguientes grupos microbianos: mesofílicos aeróbios, bacterias ácido lácticas, coliformes totales, *Escherichia coli* y colonias presuntivas de *Staphylococcus aureus*, así como la determinación de presencia o ausencia de colonias presuntivas de *Salmonella* spp. El análisis microbiológico se realizó de acuerdo a lo ilustrado en la Figura 6. Todos los análisis se realizaron en el laboratorio de microbiología de NORIS S.A. de CV. con base en los instructivos microbiológicos de dicha empresa.

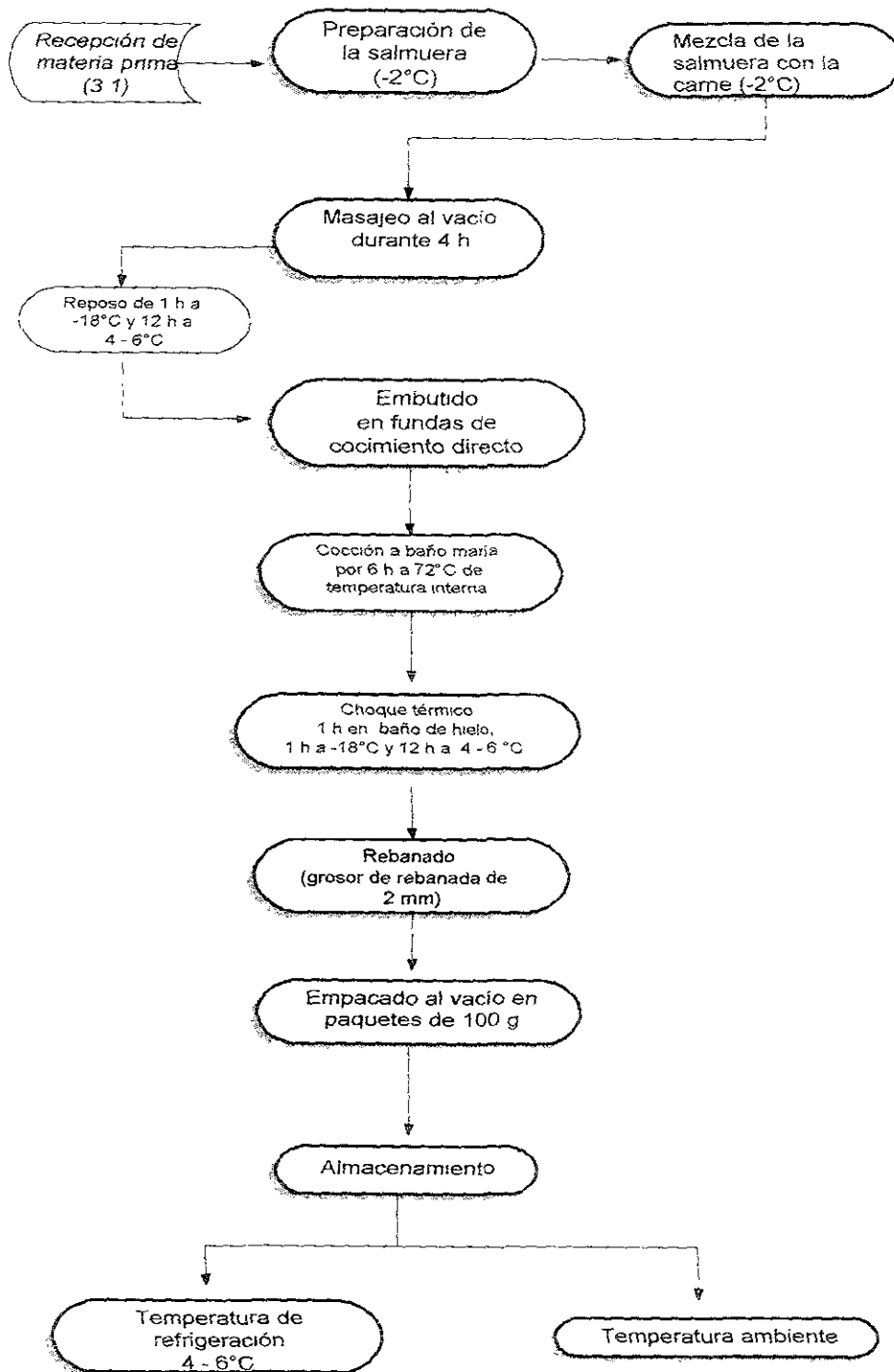


Figura 5 Diagrama de flujo para la elaboración de jamón cocido

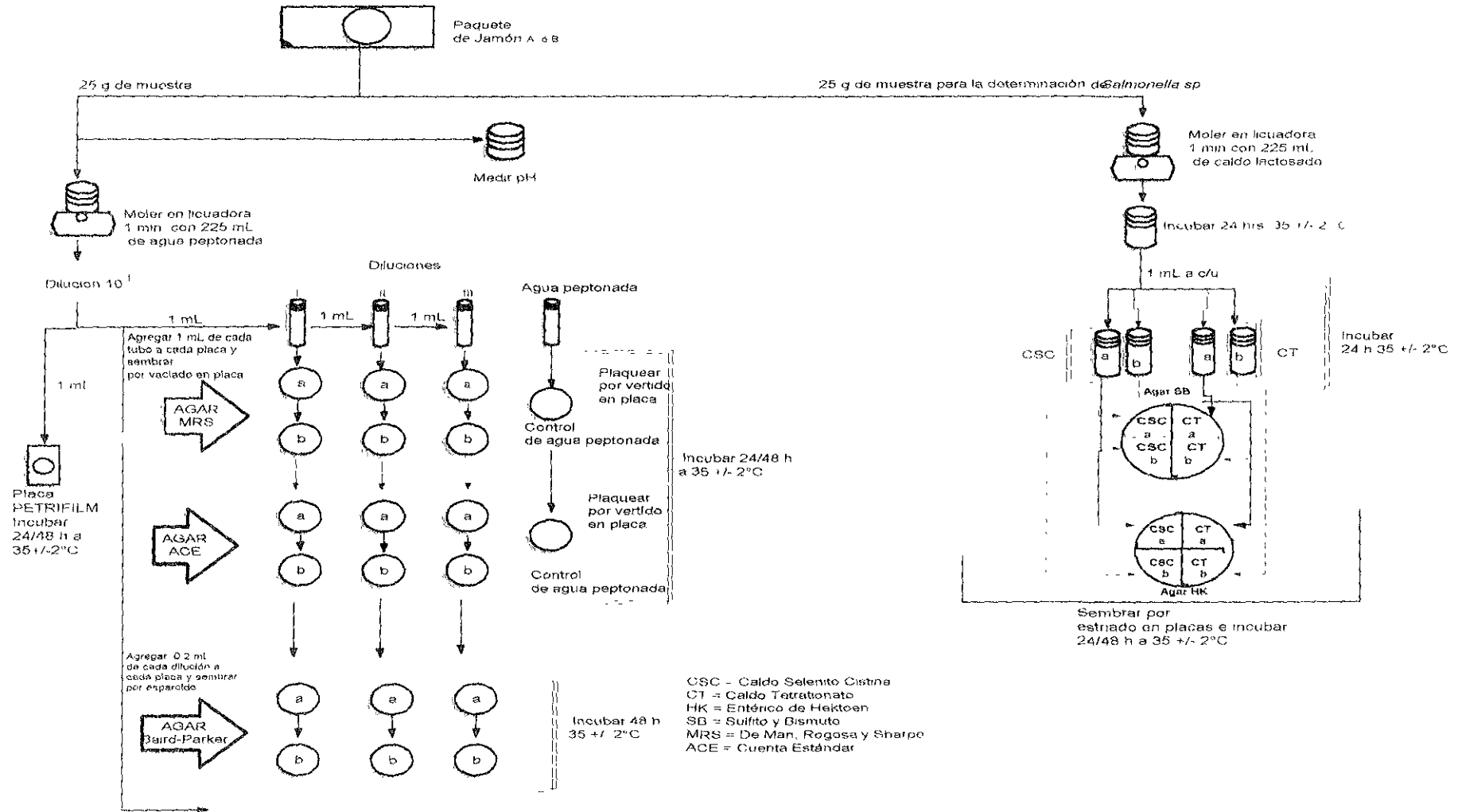


Figura 6 Diagrama de flujo para el análisis microbiológico de jamón cocido, rebanado y empacado al vacío (Basado en los instructivos microbiológicos de NORIS S. A. de CV.)

## **4.7 Análisis fisicoquímico**

Los paquetes almacenados a temperatura ambiente y en refrigeración fueron observados diariamente para determinar el porcentaje de paquetes abombados (producción de gas). Para cada paquete abombado se determinó el grado de abombamiento, así como el % de sinéresis y el pH de acuerdo a lo indicado en la Figura 7

### **4.7.1 Grado de abombamiento**

Se considera que un lote de jamón se pierde cuando alcanza el 70 % de paquetes abombados.

El grado de abombamiento se calificó con los siguientes símbolos:

- + Poca producción de gas (imperceptible para el consumidor).
- ++ Mediana producción de gas (medianamente perceptible para el consumidor).
- +++ Abundante producción de gas (totalmente perceptible para el consumidor).

### **4.7.2 Análisis estadístico**

Se realizó un análisis de varianza con un nivel de confiabilidad del 5% para comparar los datos obtenidos de los análisis fisicoquímicos.

## **4.8 Caracterización del jamón comercial**

Para poder estudiar el efecto que tiene el adicionar un conservador natural al jamón, fue necesario primero conocer la flora microbiana característica del jamón comercial. Por lo anterior se elaboraron 3 lotes de jamón sin la adición de ningún conservador natural. A estos lotes se les denominó control 1, control 2 y control 3.

Se realizó la caracterización microbiológica y fisicoquímica de estos jamones, para, posteriormente usarla como base de comparación con los jamones adicionados con conservadores naturales. Las fechas de elaboración se muestran a continuación:

<b>LOTE</b>	<b>Fecha de elaboración</b>
Control 1	26/01/00
Control 2	10/02/00
Control 3	16/03/00

#### **4.9 Caracterización de jamones adicionados con conservadores naturales**

Se elaboraron jamones de la misma forma que los jamones comerciales (ver Figura 5), solo que a éstos se les adicionó el conservador natural correspondiente (Tabla 7). A estos lotes se les denominó combinación 1, combinación 2, Bacteriocina WB1 en células y Bacteriocina WB1 en extracto.

Se realizó la caracterización microbiológica y fisicoquímica de estos jamones, para, posteriormente compararlos con el jamón comercial.

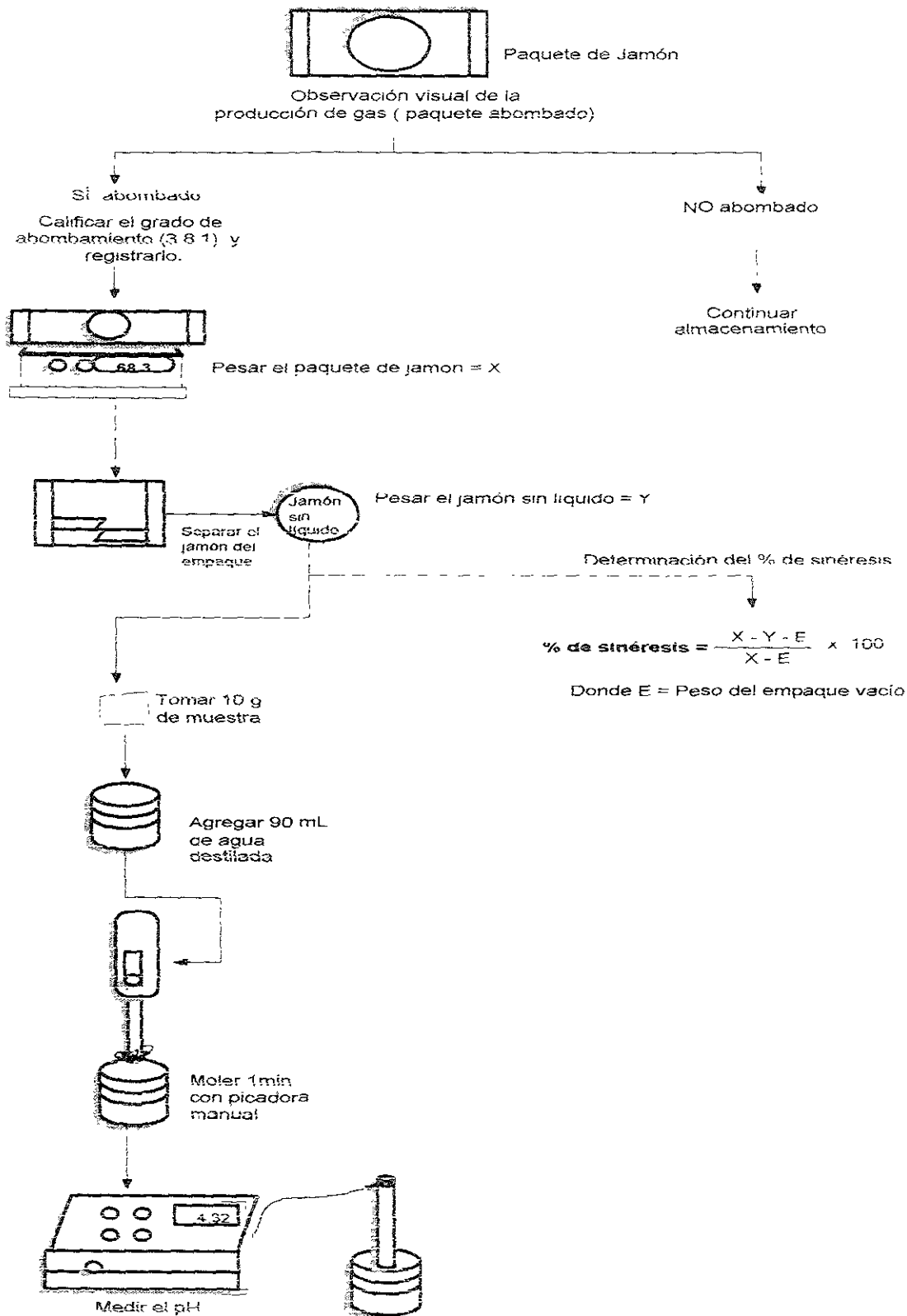


Figura 7 Vigilancia y análisis fisicoquímico de jamón abombado



## V. RESULTADOS

### **5.1 Caracterización del jamón comercial**

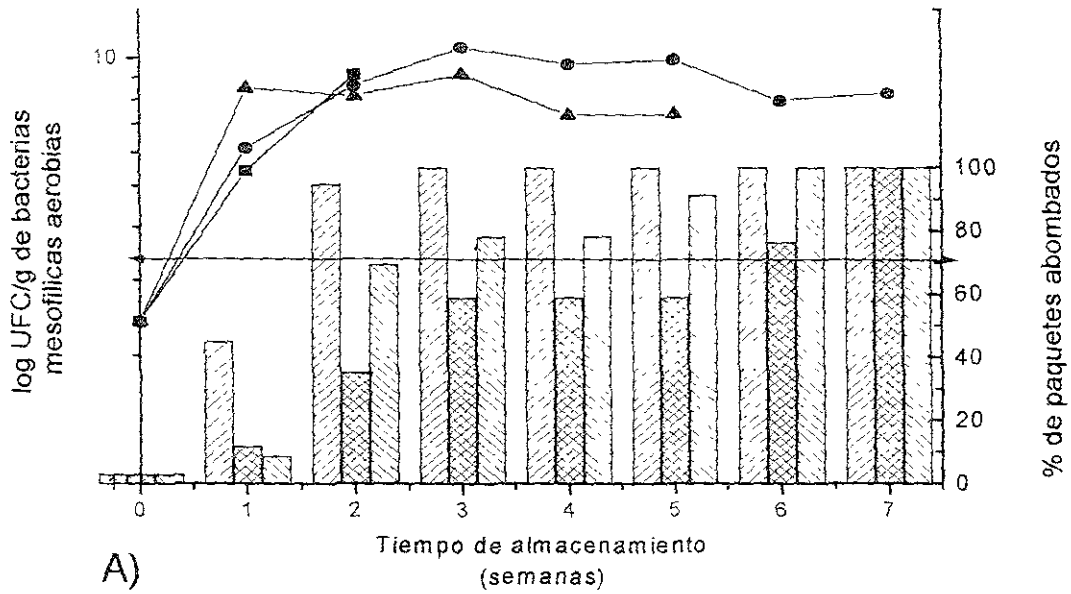
En esta sección se presentan los resultados de los análisis microbiológicos y fisicoquímicos de jamón comercial sin conservadores.

#### **5.1.1 Bacterias mesofílicas aerobias y producción de gas**

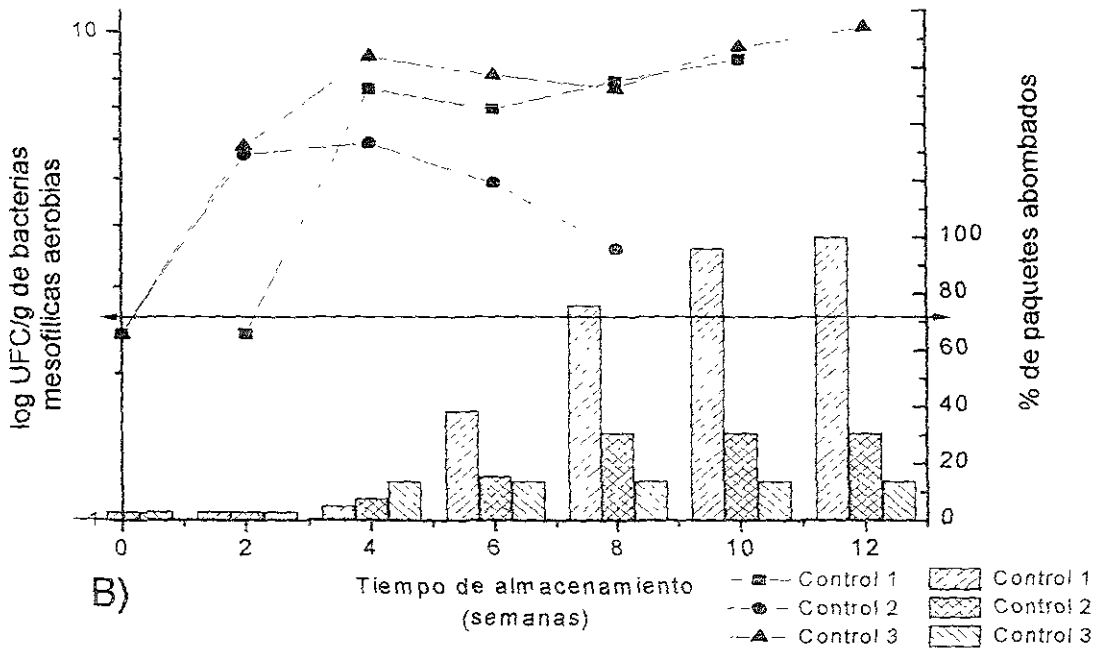
El desarrollo de bacterias mesofílicas aerobias y los cambios en la producción de gas durante el almacenamiento del jamón a temperatura ambiente y a temperatura de refrigeración se muestran en la Figura 8.

#### **5.1.2 Bacterias ácido lácticas y cambios en el pH**

El desarrollo de bacterias ácido lácticas y la variación de los valores de pH del jamón, observados a temperatura ambiente y de refrigeración, se muestran en la Figura 9.

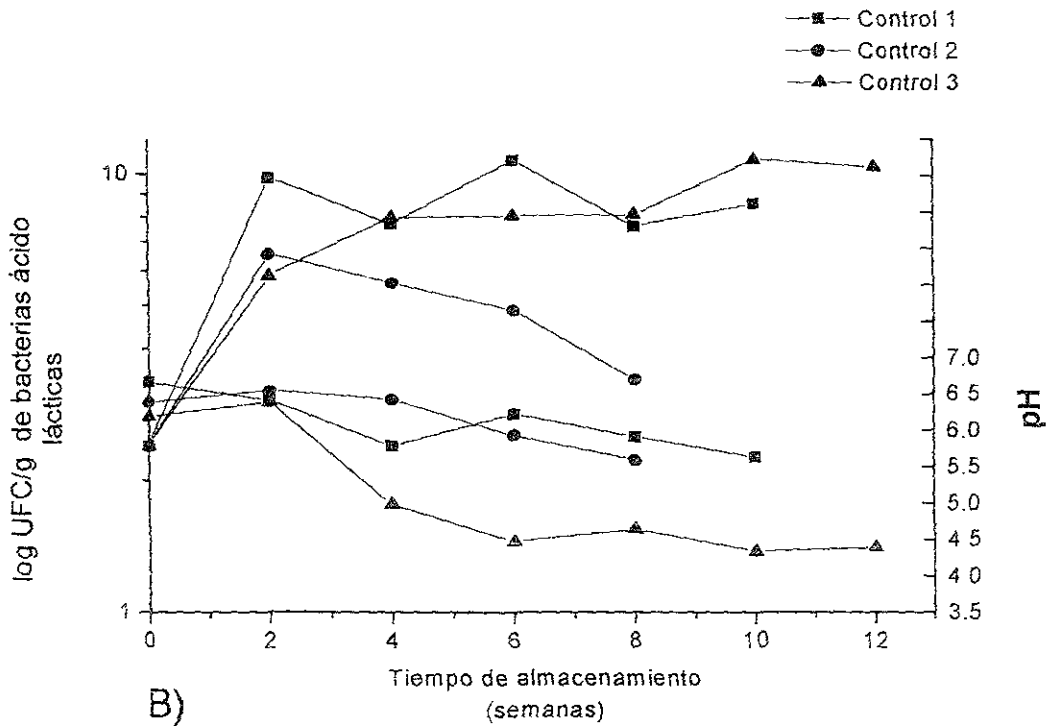
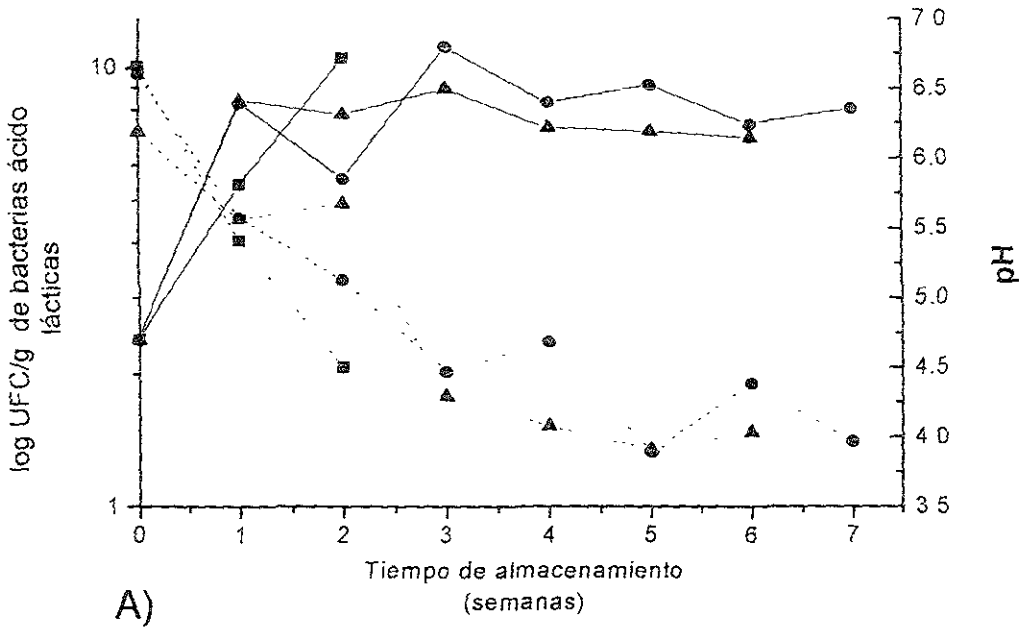


A)



B)

**Figura 8** Desarrollo de bacterias mesofilicas aerobias (lineas) y porcentaje de paquetes abombados (barras) en jamón comercial almacenado A) a temperatura ambiente, B) a temperatura de refrigeración. Los resultados son el promedio de dos determinaciones. La flecha indica el rango de 70% que determina la aceptabilidad del lote.



**Figura 9** Desarrollo de bacterias ácido lácticas (—) y variación del pH (···) en jamón comercial almacenado A) a temperatura ambiente, B) a temperatura de refrigeración. Los resultados son el promedio de dos determinaciones.

### 5.1.3 Microorganismos coliformes totales y microorganismos patógenos

Los microorganismos coliformes y patógenos presentes en el jamón comercial almacenados a temperatura ambiente y de refrigeración se muestran en las Tablas 8 y 9, respectivamente.

Tabla 8 Microorganismos coliformes totales y patógenos en el jamón comercial almacenado a temperatura ambiente

Semana	LOTE											
	Control 1				Control 2				Control 3			
	Microorganismo				Microorganismo				Microorganismo			
	Coliformes totales <sup>1</sup>	<i>E. coli</i> <sup>1</sup>	<i>S. aureus</i> <sup>1,2</sup>	<i>Salmonella</i> spp. <sup>2</sup>	Coliformes totales <sup>1</sup>	<i>E. coli</i> <sup>1</sup>	<i>S. aureus</i> <sup>1,2</sup>	<i>Salmonella</i> spp. <sup>2</sup>	Coliformes totales <sup>1</sup>	<i>E. coli</i> <sup>1</sup>	<i>S. aureus</i> <sup>1,2</sup>	<i>Salmonella</i> spp. <sup>2</sup>
0	<150 <sup>b</sup>	<100 <sup>a</sup>	10	P	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	3.63x10 <sup>3</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>d</sup>	A
1	>1500 <sup>c</sup>	<100 <sup>a</sup>	-	P	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	2.5x10 <sup>3</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A
2	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	>2x10 <sup>3</sup> <sup>a</sup>	P	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	>2x10 <sup>3</sup> <sup>e</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A
3	-	-	-	-	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	>2x10 <sup>3</sup> <sup>e</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A
4	-	-	-	-	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	>2x10 <sup>3</sup> <sup>e</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>d</sup>	A
5	-	-	-	-	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A
6	-	-	-	-	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	P	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A
7	-	-	-	-	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	-	-	-	-

<sup>1</sup> UFC/g

<sup>2</sup> Colonias presuntivas

a Valor estimado, ausencia de colonias

b Valor estimado, <150 UFC/g

c Valor estimado, >1500 UFC/g

d Valor estimado, <200 UFC/g

e Valor estimado, >2000 UFC/g

P = presencia

A = ausencia

- no determinación

Tabla 9 Microorganismos coliformes totales y patógenos en el jamón comercial almacenado a temperatura de refrigeración

Semana	LOTE											
	Control 1				Control 2				Control 3			
	Microorganismo				Microorganismo				Microorganismo			
	Coliformes totales <sup>1</sup>	<i>E. coli</i> <sup>1</sup>	<i>S. aureus</i> <sup>1,2</sup>	<i>Salmonella spp</i> <sup>2</sup>	Coliformes totales <sup>1</sup>	<i>E. coli</i> <sup>1</sup>	<i>S. aureus</i> <sup>1,2</sup>	<i>Salmonella spp</i> <sup>2</sup>	Coliformes totales <sup>1</sup>	<i>E. coli</i> <sup>1</sup>	<i>S. aureus</i> <sup>1,2</sup>	<i>Salmonella spp</i> <sup>2</sup>
0	>1500 <sup>c</sup>	<100 <sup>a</sup>	10	P	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	3 63x10 <sup>3</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>d</sup>	A
2	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	10	P	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	-	P	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>d</sup>	A
4	>1500 <sup>c</sup>	<100 <sup>a</sup>	-	-	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	75	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A
6	>1500 <sup>c</sup>	<100 <sup>a</sup>	>2x10 <sup>3 e</sup>	P	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>d</sup>	P	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>d</sup>	A
8	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	>2x10 <sup>3 e</sup>	P	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	9 63X10 <sup>1</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A
10	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	>2x10 <sup>3 e</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A

<sup>1</sup> UFC/g

<sup>2</sup> Colonias presuntivas

a Valor estimado, ausencia de colonias

b Valor estimado, <150 UFC/g

c Valor estimado, >1500 UFC/g

d Valor estimado, <200 UFC/g

e Valor estimado, >2000 UFC/g

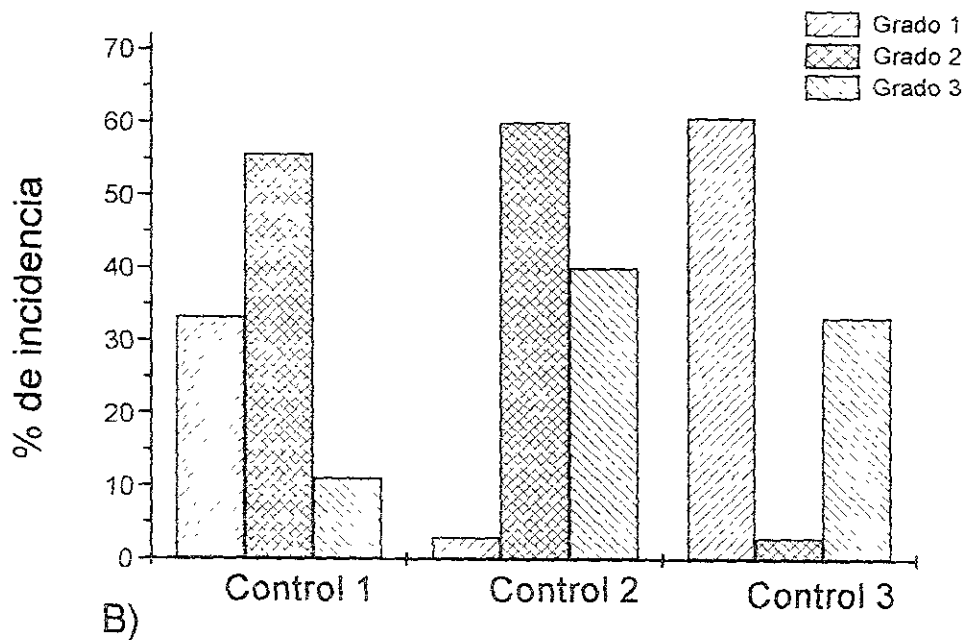
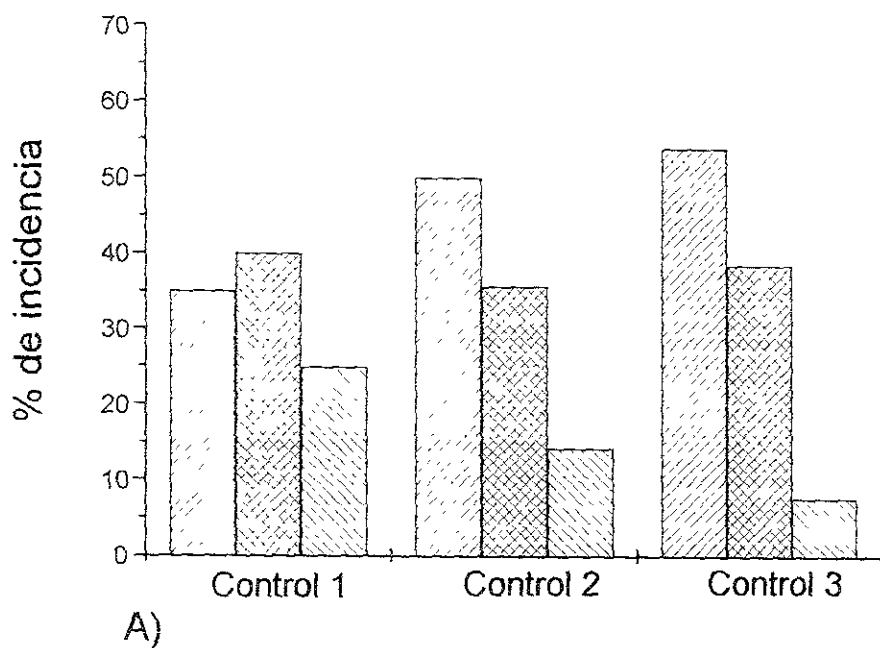
P = presencia

A = ausencia

- no determinado

#### 5.1.4 Distribución de los grados de abombamiento

Como se mencionó en el inciso 4.7.1, a los paquetes de jamón con presencia de gas se les asignó un grado de abombamiento. En la Figura 10 se muestra la distribución de grados de abombamiento para un lote dado a temperatura ambiente y de refrigeración.



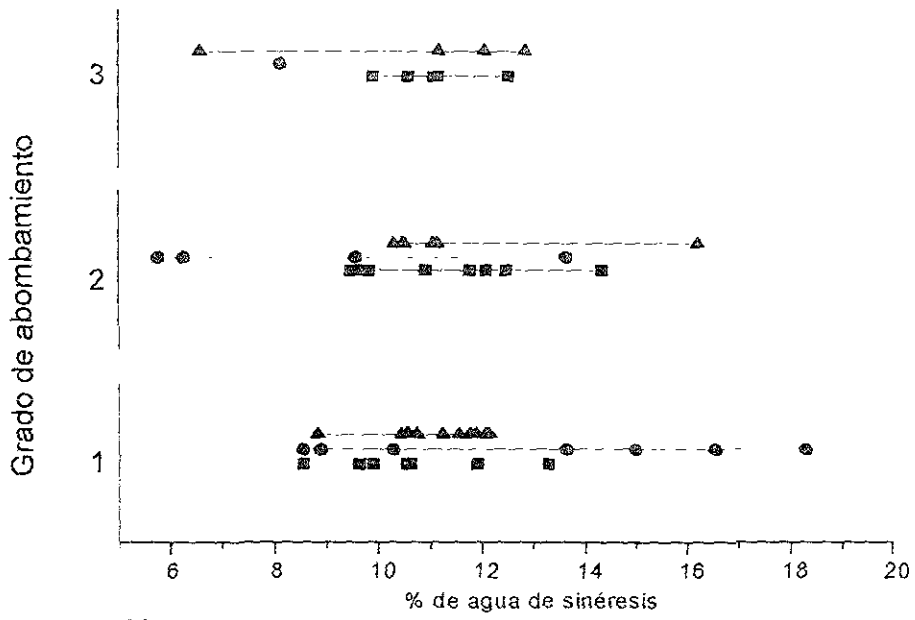
**Figura 10** Distribución de grados de abombamiento en jamones comerciales almacenados:  
 A) temperatura ambiente, B) temperatura de refrigeración.

### **5.1.5 Relación de agua de sinéresis y grado de abombamiento en jamón comercial**

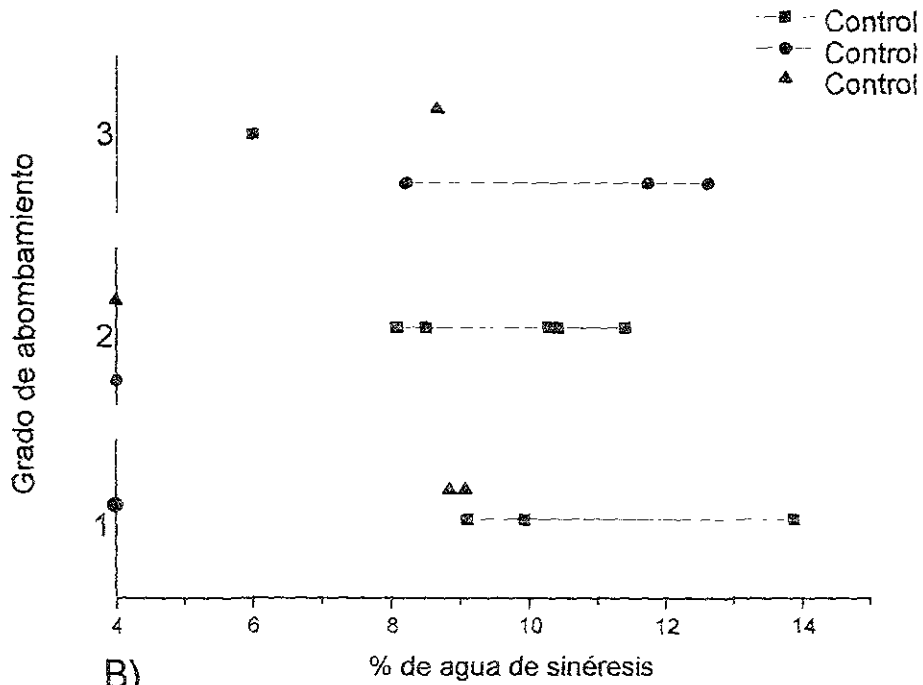
Los resultados obtenidos del agua de sinéresis se graficaron con relación al grado de abombamiento. Lo anterior se realizó para determinar si hay una relación directa entre ambas características. Las graficas obtenidas del jamón comercial almacenado a temperatura ambiente y refrigeración se muestran en la Figura 11.

### **5.1.6 Relación de los valores de pH y el grado de abombamiento en el jamón comercial**

Los valores de pH obtenidos se graficaron en relación con el grado de abombamiento para observar si existe una relación directa. Las graficas para jamón comercial almacenado a temperatura ambiente y almacenado a temperatura de refrigeración se muestran en la Figura 12.



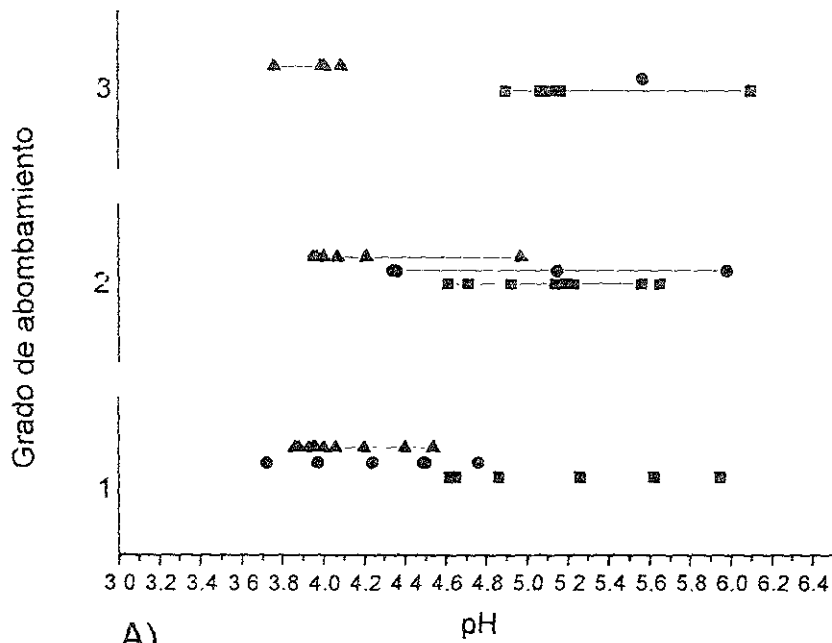
A)



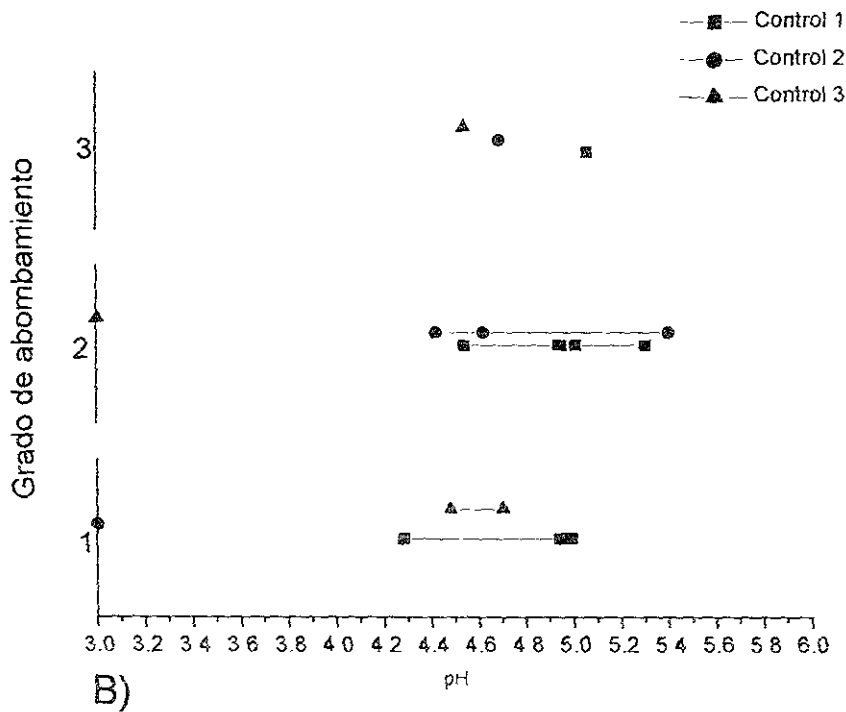
B)

Figura 11 Porcentaje de agua de sinéresis producida con respecto al grado de abombamiento en el jamón comercial almacenado. A) temperatura ambiente, B) temperatura de refrigeración.





A)



B)

Figura 12 Valores de pH del jamón con respecto al grado de abombamiento del paquete en jamón comercial almacenado: A) temperatura ambiente, B) temperatura de refrigeración

## **5.2 Caracterización de jamones adicionados con conservadores naturales**

En esta sección se presentan los resultados de los análisis microbiológicos y fisicoquímicos de jamones adicionados con los siguientes conservadores naturales:

- a) Combinación 1 de Nicon PQ<sup>TM</sup> y Purasal<sup>TM</sup>
- b) Combinación 2 de Nicon PQ<sup>TM</sup> y Purasal<sup>TM</sup>
- c) Bacteriocina WB1 en células
- d) Bacteriocina WB1 en extracto

### **5.2.1 Bacterias mesofílicas aerobias y producción de gas**

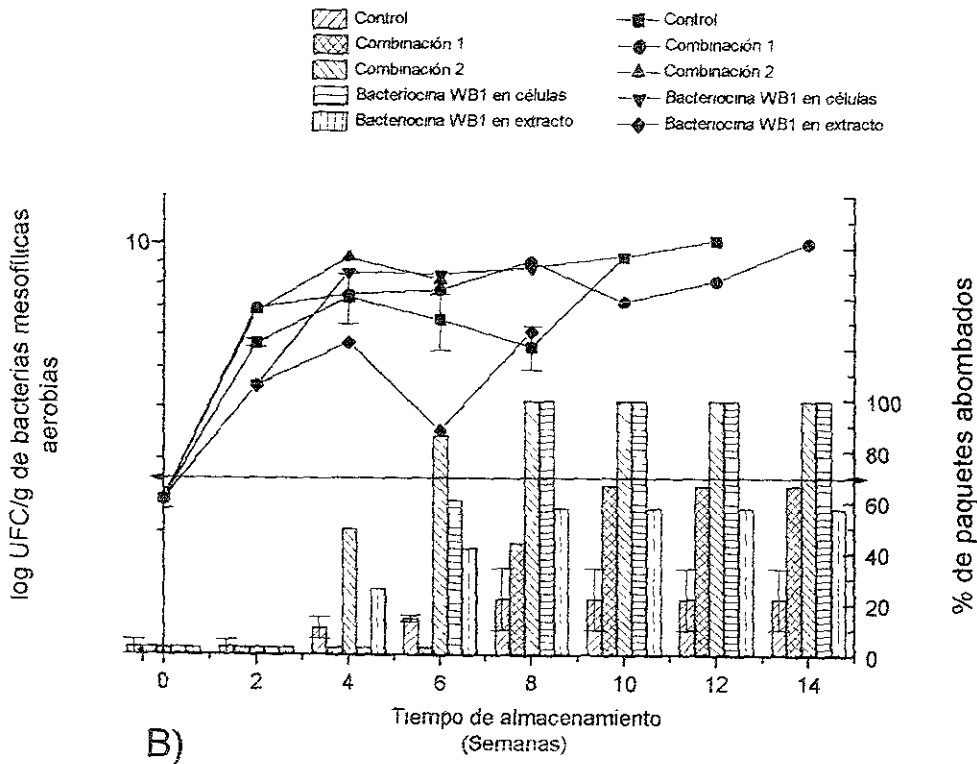
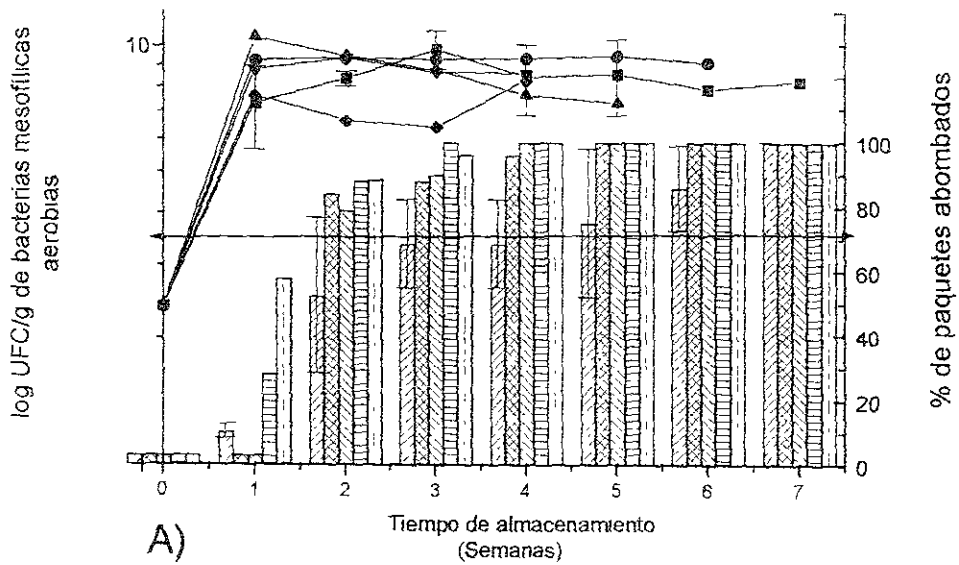
Las curvas de crecimiento de bacterias mesofílicas aerobias y los cambios en la producción de gas en los jamones adicionados con conservadores naturales se muestran en la Figura 13, tanto a temperatura ambiente como a temperatura de refrigeración.

### **5.2.2 Bacterias ácido lácticas y cambios en el pH**

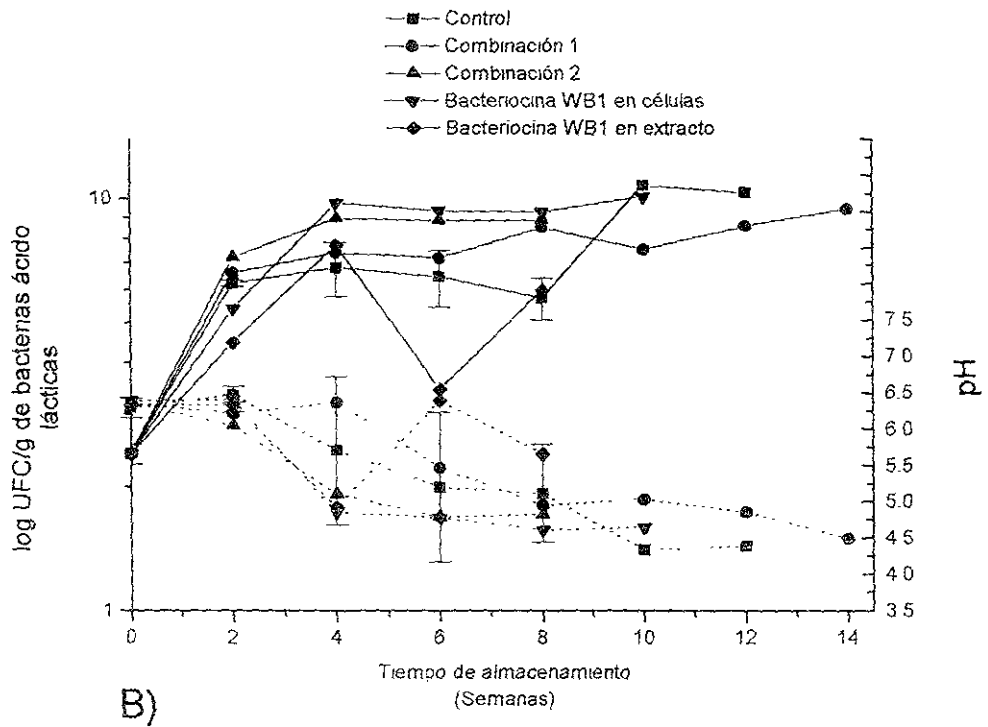
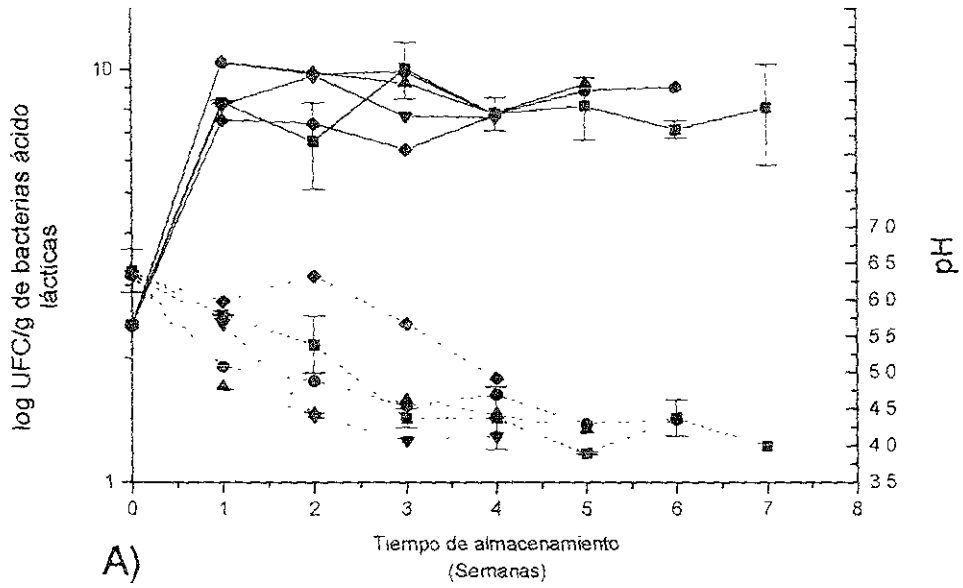
El desarrollo de bacterias ácido lácticas y la variación de los valores de pH en los jamones almacenados a temperatura ambiente y a temperatura de refrigeración se muestran en la Figura 14.

### **5.2.3 Microorganismos coliformes totales y patógenos**

Los microorganismos patógenos presentes en los jamones adicionados con conservadores naturales almacenados a temperatura ambiente y de refrigeración se muestran en las Tablas 10 y 11, respectivamente



**Figura 13** Desarrollo de bacterias mesofílicas aerobias (líneas) y porcentaje de paquetes abombados (barras) en jamones adicionados con conservadores naturales y almacenados: A) temperatura ambiente, B) temperatura de refrigeración. Los datos son el promedio de dos determinaciones. La flecha indica el rango de 70% de abombamiento que determina la aceptabilidad del lote



**Figura 14** Desarrollo de bacterias ácido lácticas (—) y cambios en el pH (.....) de jamones adicionados con conservadores naturales, almacenados: A) temperatura ambiente, B) temperatura de refrigeración. Los valores son el promedio de dos determinaciones

Tabla 10 Microorganismos coliformes totales y patógenos en los jamones adicionados con conservadores naturales y almacenados a temperatura ambiente

Semana	Conservador																			
	Control				Combinación 1 (Nicon PQ con lactato)				Combinación 2 (Nicon PQ con lactato)				Bacteriocina WB1 en células				Bacteriocina WB1 en extracto			
	Microorganismo				Microorganismo				Microorganismo				Microorganismo				Microorganismo			
	Coliformes totales <sup>1</sup>	<i>E. coli</i> <sup>1</sup>	<i>S. aureus</i> <sup>1,2</sup>	<i>Salmonella</i> spp. <sup>2</sup>	Coliformes totales <sup>1</sup>	<i>E. coli</i> <sup>1</sup>	<i>S. aureus</i> <sup>1,2</sup>	<i>Salmonella</i> spp. <sup>2</sup>	Coliformes totales <sup>1</sup>	<i>E. coli</i> <sup>1</sup>	<i>S. aureus</i> <sup>1,2</sup>	<i>Salmonella</i> spp. <sup>2</sup>	Coliformes totales <sup>1</sup>	<i>E. coli</i> <sup>1</sup>	<i>S. aureus</i> <sup>1,2</sup>	<i>Salmonella</i> spp. <sup>2</sup>	Coliformes totales <sup>1</sup>	<i>E. coli</i> <sup>1</sup>	<i>S. aureus</i> <sup>1,2</sup>	<i>Salmonella</i> spp. <sup>2</sup>
0	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>d</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>d</sup>	P	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>d</sup>	P
1	<150 <sup>b</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>d</sup>	P	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>d</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	25	A
2	<150 <sup>b</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>d</sup>	-	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>d</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>d</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>d</sup>	A
3	<150 <sup>b</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>d</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>d</sup>	A
4	<150 <sup>b</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>d</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	P	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	P	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>d</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>d</sup>	A
5	<150 <sup>b</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>b</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	-	-	-	-	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A
6	<150 <sup>b</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup> UFC/g

<sup>2</sup> Colonias presuntivas

a Valor estimado, ausencia de colonias

b Valor estimado, <150 UFC/g

c Valor estimado, >1500 UFC/g

d Valor estimado, <200 UFC/g

e Valor estimado, >2000 UFC/g

P = presencia

A = ausencia

- no determinado

Tabla 11 Microorganismos coliformes totales y patógenos en los jamones adicionados con conservadores naturales y almacenados a temperatura de refrigeración

Semana	Conservador																			
	Control				Combinación 1 (Nicon PQ con lactato)				Combinación 2 (Nicon PQ con lactato)				Bacteriocina WB1 en células				Bacteriocina WB1 en extracto			
	Microorganismo				Microorganismo				Microorganismo				Microorganismo				Microorganismo			
	Coliformes totales <sub>1</sub>	<i>E. coli</i> <sup>1</sup>	<i>S. aureus</i> <sup>1,2</sup>	<i>Salmonella</i> spp <sup>2</sup>	Coliformes totales <sub>1</sub>	<i>E. coli</i> <sup>1</sup>	<i>S. aureus</i> <sup>1,2</sup>	<i>Salmonella</i> spp <sup>2</sup>	Coliformes totales <sub>1</sub>	<i>E. coli</i> <sup>1</sup>	<i>S. aureus</i> <sup>1,2</sup>	<i>Salmonella</i> spp <sup>2</sup>	Coliformes totales <sub>1</sub>	<i>E. coli</i> <sup>1</sup>	<i>S. aureus</i> <sup>1,2</sup>	<i>Salmonella</i> spp <sup>2</sup>	Coliformes totales <sub>1</sub>	<i>E. coli</i> <sup>1</sup>	<i>S. aureus</i> <sup>1,2</sup>	<i>Salmonella</i> spp <sup>2</sup>
0	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	P	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	P
2	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	-	<150 <sup>b</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	P	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>d</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>d</sup>	P
4	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	P	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	P	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A
6	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	P	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A
8	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>b</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A
10	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	-	-	-	-	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	<150 <sup>b</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A
12	-	-	-	-	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	<150 <sup>a</sup>	<100 <sup>a</sup>	<200 <sup>a</sup>	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup> UFC/g

<sup>2</sup> Colonias presuntivas

a Valor estimado, ausencia de colonias

b Valor estimado, <150 UFC/g

c Valor estimado, >1500 UFC/g

d Valor estimado, <200 UFC/g

e Valor estimado, >2000 UFC/g

P = presencia

A = ausencia

- no determinado

#### **5.2.4 Distribución de los grados de abombamiento**

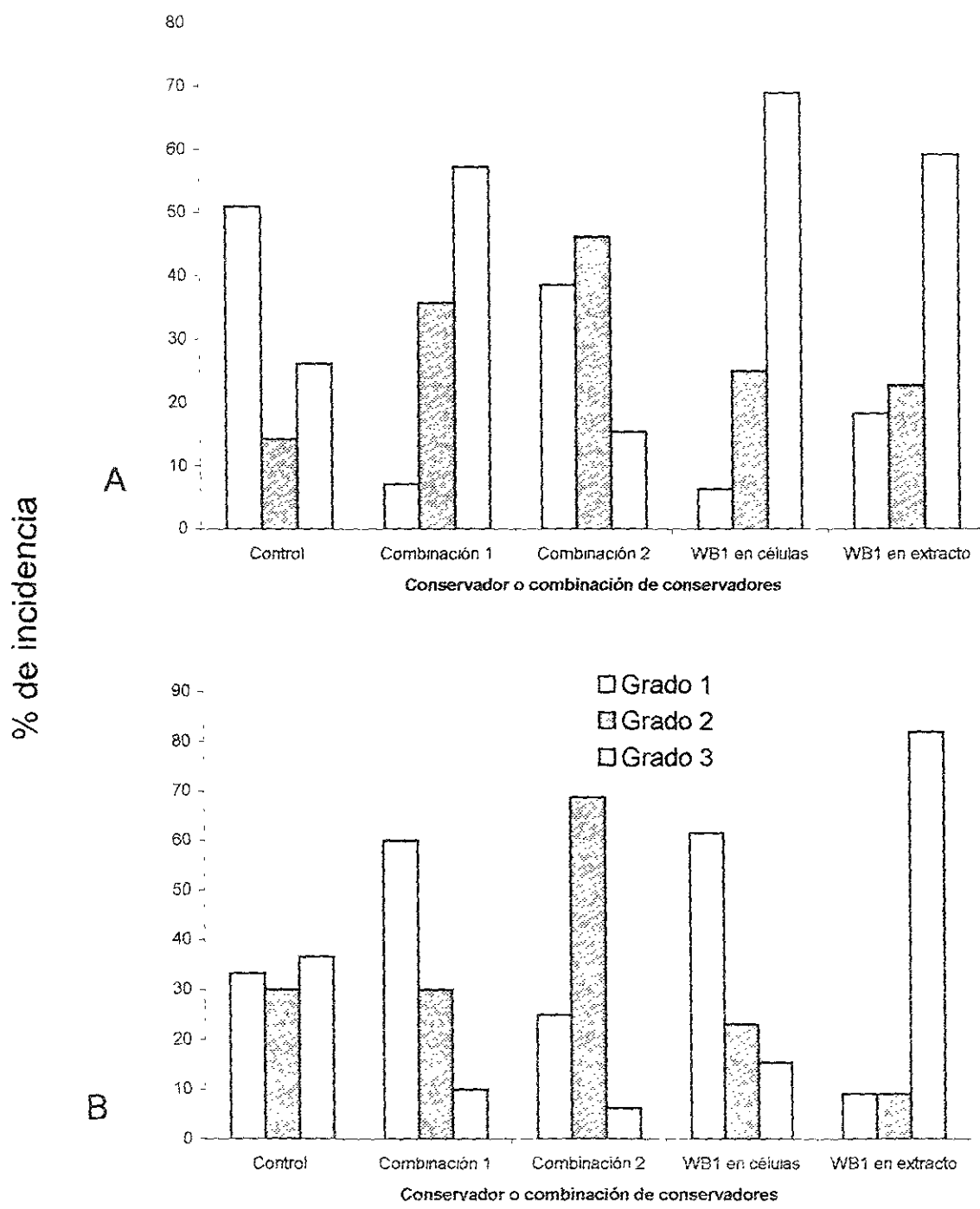
La distribución de los grados de abombamiento para los jamones adicionados con conservadores naturales almacenados a temperatura ambiente y a temperatura de refrigeración se muestra en la Figura 15.

#### **5.2.5 Relación de agua de sinéresis y grado de abombamiento en jamones adicionados con conservadores naturales**

Los resultados obtenidos del agua de sinéresis se graficaron con relación al grado de abombamiento. Lo anterior se realizó para determinar si hay una relación directa entre ambas características. Las graficas obtenidas de los jamones adicionados con conservadores naturales almacenados a temperatura ambiente y refrigeración se muestran en la Figura 16.

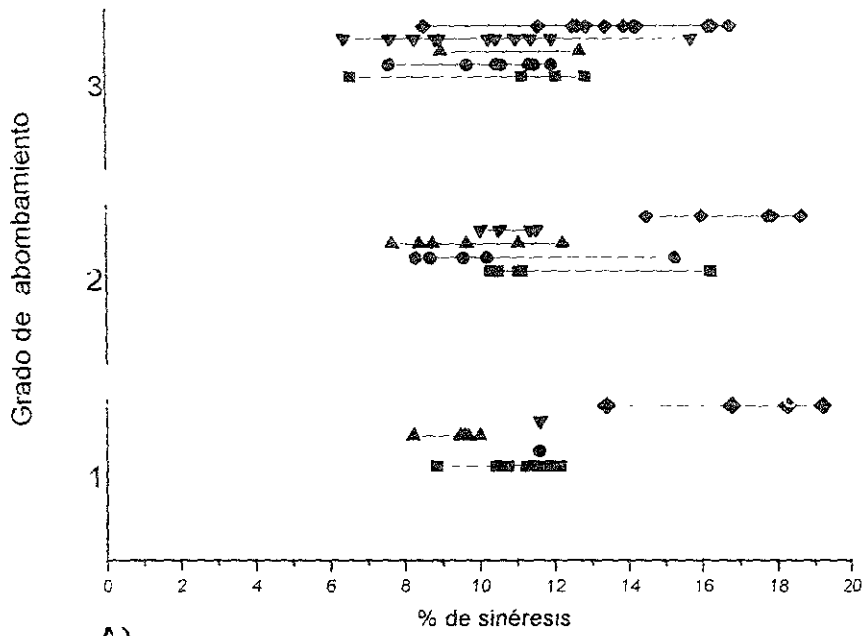
#### **5.2.6 Relación de los valores de pH y el grado de abombamiento en jamón adicionado con conservadores naturales**

Los valores de pH obtenidos se graficaron en relación con el grado de abombamiento para observar si existe una relación directa entre pH y grado de abombamiento. Las graficas obtenidas de los jamones adicionados con conservadores naturales almacenados a temperatura ambiente y refrigeración se muestran en la Figura 17.

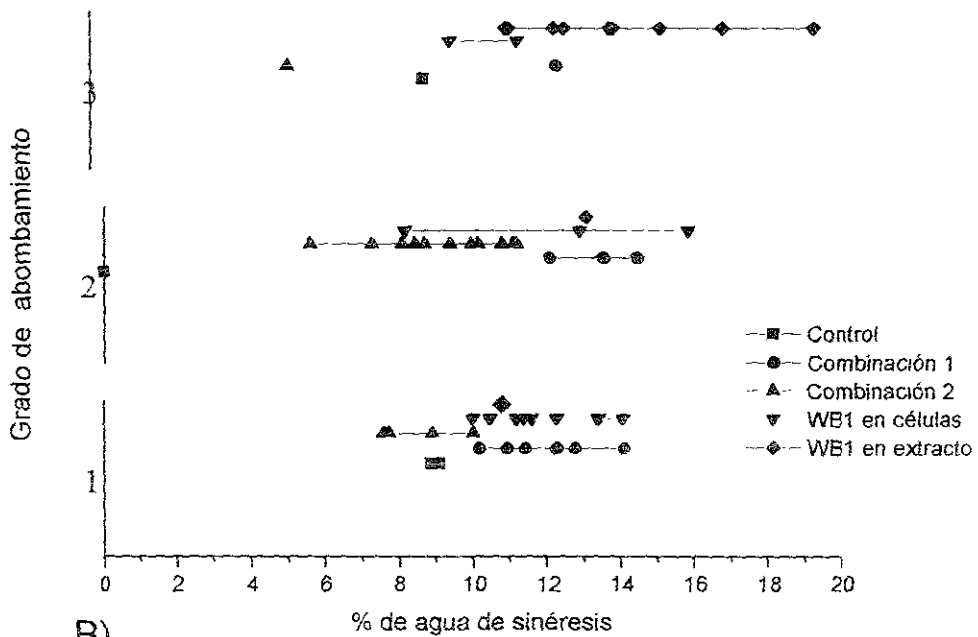


**Figura 15** Distribución de grados de abombamiento en jamones adicionados con conservadores naturales almacenados. A) temperatura ambiente, B) temperatura de refrigeración.



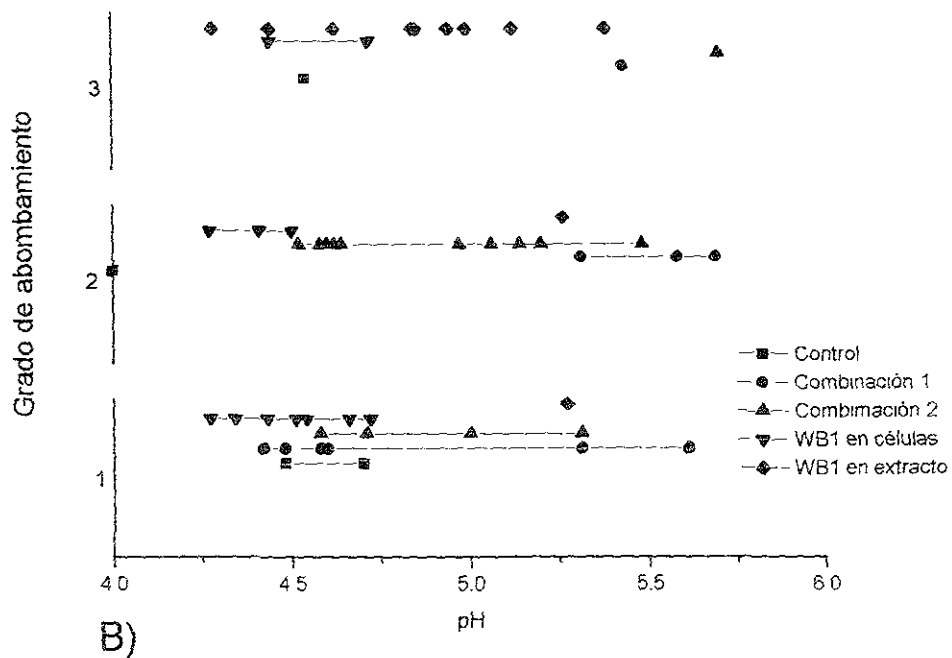
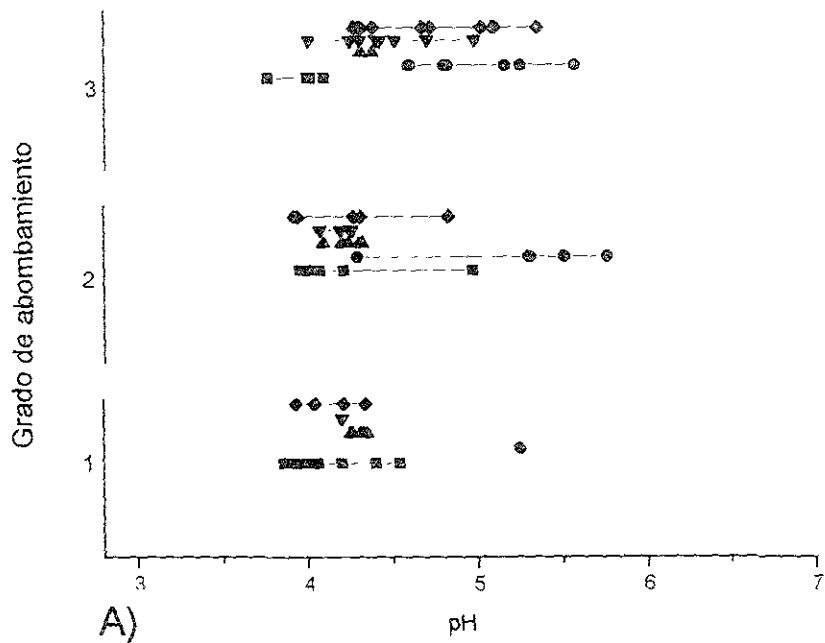


A)



B)

**Figura 16** Porcentaje de agua de sínéresis con respecto al grau de abombamiento en jamones adicionados con conservadores naturales almacenados: A) temperatura ambiente, B) temperatura de refrigeração.



**Figura 17** Valores de pH de jamón en paquetes abombados con respecto al grado de abombamiento en jamones adicionados con conservadores naturales almacenados: A) temperatura ambiente, B) temperatura de refrigeración.

## VI. DISCUSION DE RESULTADOS

### 6.1 Caracterización del jamón comercial

#### 6.1.1 Calidad en planta o frontera

Con base en las cuentas de bacterias mesofílicas aerobias iniciales obtenidas para el jamón comercial (Figura 8A) todos los lotes estudiados presentan calidad aceptable, de acuerdo a la NOM-122-SSA1-1994 (Tabla 4). Sin embargo, en el presente trabajo las colonias presuntivas de *Salmonella* y *S. aureus* se tomaron como indicadores de calidad. Lo anterior en razón del enfoque industrial que procura evitar el costo en tiempo y reactivos requerido para pruebas bioquímicas confirmativas. Por lo anterior, de acuerdo a las normas NOM-122-SSA1-1994 y OMS (Tabla 4), los controles 1 y 2 tienen calidad insatisfactoria por presencia de colonias presuntivas de *Salmonella* spp. y *S. aureus* respectivamente (Tablas 8 y 9). En contraste, el control 3 presentó una calidad aceptable.

#### 6.1.2 Vida de anaquel respecto a Norma o calidad en punto de venta

##### 6.1.2.1 Temperatura ambiente

Las cuentas promedio de Bacterias Mesofílicas Aerobias (BMA) en jamón comercial llegaron a valores de 5-7 ciclos logarítmicos en 1 semana (Figura 8A), colocando al producto entre el límite de calidad aceptable y al principio de calidad insatisfactoria de acuerdo a lo establecido tanto por la NOM-122-SSA1-1994 (Secretaría de Salud, 1994) como por las especificaciones para Jamón rebanado de la OMS (OMS, 2001) (Tabla 4). En la semana 2 el jamón comercial alcanzó cuentas de  $10^8$  UFC de BMA, ubicándolo en el grado de alimento tóxico o

corrompido de acuerdo a la Norma microbiológica Española para preparados de Carne (Tabla 4). En lo que respecta a microorganismos patógenos, no se detectó *E. coli* por arriba del límite mínimo de detección ( $< 10$  UFC/g) en ninguna de las muestras (Tabla 8). Las colonias presuntivas de *S. aureus* alcanzaron valores mayores de  $10^3$  en 2 semanas en los controles 1 y 2, ubicándolos en la categoría de inaceptables. El control 3 se mantuvo por debajo de los límites detectables a lo largo de este estudio. Ninguno de los 3 controles estudiados presentó colonias presuntivas de *S. aureus* en grado tóxico. En el jamón control 1 se observó la presencia de colonias presuntivas de *Salmonella spp* en todas las muestras analizadas, no siendo el caso de los controles 2 y 3 lo cual se atribuye al efecto de la rebanadora utilizada (Anexo V). De lo anterior se establece como vida de anaquel respecto a norma un lapso de 1 semana. Con base en las cuentas de BMA, sin embargo como se mencionó en el inciso 6.1.1 los controles 1 y 2 presentaron calidad inaceptable respecto a microorganismos patógenos desde el tiempo cero.

#### **6.1.2.2 Temperatura de refrigeración**

Con base en el límite de Bacterias Mesofílicas Aerobias (BMA) permitido por la norma NOM-122-SSA1-1994 y por la OMS ( $< 5 \times 10^5$  y  $\leq 10^6 - 10^7$  respectivamente), la vida de anaquel del jamón comercial a esta temperatura es de 2 semanas (Figura 8B).

En cuanto microorganismos patógenos a lo largo del experimento, en el lote control 1 se detectó mayor desarrollo de coliformes totales, colonias presuntivas de *S. aureus* y mayor presencia de colonias presuntivas de *Salmonella spp.*, que

en los lotes control 2 y 3 (Tabla 9). El lote control 2 presentó un desarrollo menor de colonias presuntivas de *S.aureus* en comparación con el jamón almacenado en ambiente donde las UFC/g de *S.aureus* presentadas sobrepasan los estándares de la Norma OMS ( $\leq 20-100$  UFC/g de *S. aureus*) (OMS, 2001).

De lo anterior se desprende que el desarrollo de *S.aureus* se ve inhibido por la refrigeración (Tabla 9 y Figura 9B).

Por lo anterior se establece como vida de anaquel respecto a norma un lapso de 2 semanas. Con base en las cuentas de BMA, sin embargo como ya se mencionó en el inciso 6.1.1 los controles 1 y 2 presentaron calidad inaceptable respecto a microorganismos patógenos desde el tiempo cero.

### **6.1.3 Vida de anaquel comercial**

Dado que las bacterias ácido lácticas (BAL) son las principales responsables de la vida de anaquel comercial del jamón empacado al vacío (Samelis y col. 1998; Hugas M. 1998; y Price y col. 1994), en el presente trabajo se tomaron valores mayores de  $10^8$  UFC/g de (BAL) como límite de aceptabilidad de vida de anaquel comercial, ya que los valores mayores de  $10^8$  UFC/g de (BAL) se presentan en alimentos fermentados que se caracterizan por tener un sabor final ácido (Danone World, 2001). Así mismo, se tomó un valor de 70 % de paquetes abombados en un lote como valor indicativo de fin de vida de anaquel comercial. En lo que respecta a valores de pH Clinquart A. y Soltoft – Jensen (comunicación personal) especifican que en la Comunidad Europea los valores de pH de un jamón deben ser de 5.3 – 6.3; en México no existe una referencia de valores de pH. Sin embargo, entre los productores de la industria cárnica se considera como límite de

aceptabilidad un valor de pH de 4.8-5.0 (Mello D. y Pérez A., comunicación personal) por lo que dicho valor será el que se utilice como referencia en este trabajo.

### **6.1.3.1 Temperatura ambiente**

La vida de anaquel comercial de los lotes de jamón estudiados a temperatura ambiente fue de 1-2 semanas (con base en el valor de  $\leq 10^8$  UFC/g de BAL como límite de aceptabilidad) (Figura 9A). Las (BAL) alcanzaron valores máximos del orden de  $10^{10}$  - $10^{11}$  UFC/g en un lapso de 2-3 semanas de almacenamiento (Figura 9A). Cabe mencionar que dichos valores superan las cuentas de Bacterias Mesofílicas Aerobias, de lo que se asume que los microorganismos predominantes en el jamón comercial son BAL.

Tomando como referencia el porcentaje de paquetes abombados en un lote, la vida de anaquel comercial fue de 1 semana para el lote 1, de 2 semanas para el lote 3 y de 5 para el lote 2 (Figura 8A), coincidiendo con la vida de anaquel comercial determinada por los valores de pH (4.8-5.0, valores mínimos de aceptabilidad) (Figura 9A). El control 1, además de haber presentado la más corta vida de anaquel comercial (1 semana), presentó 10-15% mayor incidencia de abombamiento grado 3 con respecto a los lotes control 2 y 3 (Figura 10A). Las diferencias encontradas en la vida de anaquel de los tres lotes estudiados se atribuyen a dos factores: a) a la época del año en que se elaboró cada lote de jamón y b) al efecto de la rebanadora utilizada (Anexo V).

En este caso el consumidor únicamente detecta el abombamiento del paquete y este será su criterio para comprarlo o rechazarlo por lo que, tomando en cuenta

dicho parámetro, la vida de anaquel comercial es de 1 a 5 semanas dependiendo de la época del año y de las condiciones de procesado.

Con base en estos resultados se observa que la vida de anaquel comercial es de 1 a 4 semanas más larga que la vida de anaquel respecto a normas.

### **6.1.3.2 Temperatura de refrigeración**

La vida de anaquel comercial (basada en  $\leq 10^8$  UFC/g de BAL como límite de aceptabilidad) fue de 2 semanas para el lote control 1 y de 8 semanas para los lotes control 2 y 3 (Figura 9B). Las BAL alcanzaron su valor máximo en un lapso de 2 semanas de almacenamiento para el control 1 y 2 y de 10 semanas para el control 3 (Figura 9B).

La vida de anaquel comercial en cuanto a paquetes abombados fue de 6 semanas para el lote control 1 y de 12 para los lotes control 2 y 3 (Figura 8B). Lo cual en el caso del control 3 no coincide con la vida de anaquel comercial respecto a valores de pH donde en 6 semanas estaba por debajo del valor mínimo de aceptabilidad (4.8-5.0) (Figura 9B). Lo anterior que hace suponer que las BAL predominantes en cada lote de jamón comercial eran diferentes y que en el lote control 3 las BAL presentes fueron homofermentativas, produciendo más acidez y poco gas (Figuras 8B y 9B). Así mismo la incidencia de paquetes abombados en grado 3 fue 20% menor en el control 1 que en los otros dos lotes (Figura 10B). Las diferencias se atribuyen a la rebanadora utilizada (Anexo V).

Como se mencionó anteriormente, el consumidor se guía únicamente por la presencia de gas en el paquete, por lo que en este caso la vida de anaquel comercial es de 6-12 semanas.

Con base en estos resultados se observa que la vida de anaquel comercial a temperatura de refrigeración es de 5 a 10 semanas más larga que la vida de anaquel respecto a norma.

#### **6.1.4 Relación del grado de abombamiento con sinéresis y pH**

Aunque en la Figura 11A pareciera que mayor producción de gas el porcentaje de agua de sinéresis era menor, el análisis estadístico arrojó que no hay correlación entre el porcentaje de agua de sinéresis y el grado de abombamiento a temperatura ambiente ( $p = 0.1 > \%$ ). En este trabajo, no se observó diferencia significativa ( $\alpha = 5\%$ ) en el agua de sinéresis producida en los tres controles, ni a temperatura ambiente ni a temperatura de refrigeración (Figuras 11A y 11B).

En cuanto a valores de pH de los paquetes de jamón con el grado de abombamiento se observó que no hay ninguna correlación ( $p = 0.1\%$ ) entre ambos parámetros a ninguna de las 2 temperaturas estudiadas (Figuras 12A y 12B).

#### **6.1.5 Selección de jamón control**

Para establecer un valor promedio de los resultados microbiológicos y fisicoquímicos del jamón comercial, se promediaron los resultados obtenidos para los controles 2 y 3 con su respectiva desviación estándar. El valor obtenido se utilizó en experimentos posteriores; para microorganismos patógenos se tomaron los datos del lote control 3. El jamón control 1 se descartó para este propósito debido a que fue rebanado con una rebanadora diferente a la usada para los



controles 2 y 3, reflejándose el estado de dicha rebanadora como ya se explicó en punto 6.1.3.1 y en el Anexo V.

### **6.1.6 Importancia de refrigeración y/o abuso de temperatura**

Con base en los resultados obtenidos se observa que en refrigeración la vida de anaquel comercial es de 4 a 10 semanas más larga que la vida de anaquel respecto a normas.

La refrigeración aumenta la vida de anaquel respecto a norma al menos 1 semana (tomando en cuenta el parámetro de microorganismos mesofílicos aerobios que es de  $\leq 1 \times 10^7$  UFC/g) (Figura 8B) y la vida de anaquel comercial de 5 a 7. Sin embargo, el control de la temperatura a lo largo de las cadenas de frío no es siempre posible. Una alternativa para reducir el efecto pernicioso en el rompimiento de dichas cadenas es aumentar el contenido de conservadores. El efecto de adicionar conservadores naturales como alternativa al abuso de temperaturas en las cadenas de frío se discute en el siguiente inciso.

## **6.2 Efecto de la adición de conservadores naturales en jamón comercial**

### **6.2.1 Calidad en planta o frontera**

Todos los jamones adicionados con conservadores naturales comenzaron con cuentas de Bacterias Mesofílicas Aerobias (BMA) aceptables ( $10^2 - 10^3$  UFC/g) (Figuras 13A y 13B) según lo especificado en la norma NOM-122-SSA1-1994 (Secretaría de Salud, 1994). En cuanto a microorganismos coliformes totales, *E. coli* y colonias presuntivas de *S. aureus*, todos los jamones tienen calidad satisfactoria. No así para colonias presuntivas de *Salmonella* spp (Tabla 10 y 11)

donde en los lotes de jamones adicionados con bacteriocina WB1 en extracto y las combinaciones 1 y 2 (mezclas de Nikon PQ<sup>TM</sup> y Purasal<sup>TM</sup>) la calidad fue insatisfactoria de acuerdo a las normas NOM-122-SSA1-1994 (Secretaría de Salud, 1994) y la OMS (OMS, 2001) (Tabla 4). De lo anterior se observa que los conservadores naturales aquí estudiados ayudan a reducir la presencia de colonias presuntivas de *S. aureus* en comparación con el jamón comercial (Tablas 8 y 9 vs Tablas 10 y 11), pero no tienen efecto contra colonias presuntivas de *Salmonella* spp.

## **6.2.2 Vida de anaquel de acuerdo a Norma o calidad en punto de venta**

Para determinar la vida de anaquel respecto a norma se tomaron los mismos parámetros descritos en el inciso 6.1.2.1 para jamón comercial.

### **6.2.2.1 Temperatura ambiente**

Las cuentas promedio de Bacterias Mesofilicas Aerobias (BMA) en los jamones adicionados con combinaciones 1 y 2 (mezclas de Nikon PQ<sup>TM</sup> y Purasal<sup>TM</sup>) y bacteriocina WB1 en células sobrepasan el límite de 5-7 ciclos logarítmicos en la semana 1 de almacenamiento (Figura 13A), colocando al producto en calidad insatisfactoria de acuerdo en lo establecido por las normas NOM-122-SSA1-1994 (Secretaría de Salud, 1994) y la OMS (OMS, 2001) (Tabla 4). No siendo el caso para el lote de jamón adicionado con el conservador bacteriocina WB1 en extracto, que se mantuvo dentro de los límites de aceptabilidad hasta la semana 3 de almacenamiento. En lo que respecta a microorganismos patógenos no se detectaron colonias de *E.coli* por arriba del límite mínimo de detección (<10

UFC/g) en ninguno de los lotes de jamón adicionados con los respectivos conservadores naturales. Por el contrario se presentaron colonias presuntivas de *S. aureus* en todos los jamones adicionados con conservadores naturales (Tabla 10), aunque dichos valores de UFC/g están dentro de los estándares de la norma OMS (2001).

De lo anterior se observa que la vida de anaquel en cuanto a norma se aumenta 2 semanas con la adición de la bacteriocina WB1 al jamón con respecto al jamón control, además se inhibe el desarrollo de colonias presuntivas de *S. aureus*.

#### 6.2.2.2 Temperatura de refrigeración

Con base en el límite de Bacterias Mesofílicas Aerobias (BMA) permitido por la norma NOM-122-SSA1-1994 y por la OMS ( $<5 \times 10^5$  y  $\leq 10^6 - 10^7$ , respectivamente), la vida de anaquel de los jamones adicionados con conservadores naturales fue de 2 semanas para la combinación 2 (mezcla de Nicon PQ<sup>TM</sup> y Purasal<sup>TM</sup>) y bacteriocina WB1 en células, de 4 semanas para la combinación 1 (mezcla de Nicon PQ<sup>TM</sup> y Purasal<sup>TM</sup>) y de 8 semanas para la bacteriocina WB1 en extracto (Figura 13B). En cuanto a microorganismos patógenos se observó la presencia de colonias presuntivas de *S. aureus* en todos los jamones adicionados con conservadores naturales, pero en valores menores de 20-100 UFC/g según lo especificado en la Norma OMS, (2001) (Tabla 11). En el jamón con bacteriocina WB1 en células, a diferencia del resto de los conservadores, no se detectaron colonias presuntivas de *Salmonella spp.*, lo que hace suponer que en el jamón adicionado con bacteriocina WB1 en células desde el inicio no contenía células de

*Salmonella* spp, o bien la cantidad presente era menor y con la refrigeración se inhibió su desarrollo (Tabla 11).

De lo anterior se obtiene que los lotes de jamón adicionados con conservadores naturales fueron de calidad aceptable en punto de venta de 2 a 8 semanas en refrigeración.

Con los resultados obtenidos se observa que la adición de los conservadores combinación 2 (mezcla de Nikon PQ<sup>TM</sup> y Purasal<sup>TM</sup>) y la adición de bacteriocina WB1 en células, no aumenta la vida de anaquel con base en normas en comparación con el jamón control. Mientras que la vida de anaquel con base en norma aumenta 2 semanas con la adición del conservador como combinación 1 (mezcla de Nikon PQ<sup>TM</sup> y Purasal<sup>TM</sup>) y 6 semanas con la adición de bacteriocina WB1 en extracto en comparación con el jamón comercial o jamón control.

### **6.2.3 Vida de anaquel comercial**

#### **6.2.3.1 Temperatura ambiente**

La vida de anaquel (con base en el valor de  $10^8$  UFC/g de BAL como límite de aceptabilidad) fue de menos de 1 semana para los jamones adicionados con combinación 2 (mezcla de Nikon PQ<sup>TM</sup> y Purasal<sup>TM</sup>) y la bacteriocina WB1 en células, de 1 semana para el jamón adicionado con la combinación 1 (mezcla de Nikon PQ<sup>TM</sup> y Purasal<sup>TM</sup>) y de 4 semanas para el jamón adicionado con bacteriocina WB1 en extracto (Figura 14A). Lo anterior coincide con la vida de anaquel comercial respecto a valores de pH (4.8-5.0, como límite de aceptabilidad) (Figura 15A), pero no coincide con la vida de anaquel comercial respecto a producción de gas ya que todos los jamones tuvieron una vida de anaquel de 1

semana (70 % de paquetes abombados, fin de vida de anaquel) (Figura 14A). A excepción de la combinación 2 (mezcla de Nikon PQ™ y Purasal™), los jamones adicionados con conservadores naturales presentaron una incidencia de producción de gas en grado 3 de 30-40% más alta con respecto al jamón control a temperatura ambiente (Figura 15 A).

Como ya se mencionó, el consumidor únicamente detecta el abombamiento del paquete y este será su criterio para comprarlo o rechazarlo por lo que, tomando en cuenta dicho parámetro, el adicionar conservadores naturales al jamón, disminuye 3 semanas la vida de anaquel comercial con respecto al jamón comercial o jamón control, a temperatura ambiente.

Con base en los resultados anteriores se observó también que para el lote de jamón adicionado con bacteriocina WB1 en extracto la vida de anaquel comercial fue de 2 semana menos larga que la vida de anaquel respecto a norma.

#### **6.2.3.2 Temperatura de refrigeración**

La vida de anaquel comercial (con base en  $10^8$ UFC/g, como límite de aceptabilidad) fue de 2 semanas para los lotes de jamón adicionados con la combinación 2 (mezcla de Nikon PQ™ y Purasal™) y con bacteriocina WB1 en células y de 8 semanas para la combinación 1 (mezcla de Nikon PQ™ y Purasal™) y la bacteriocina WB1 en extracto (Figura 14B).

La vida de anaquel comercial respecto a la producción de gas (70% de paquetes abombados) fue de 4 semanas para el lote adicionado con la combinación 2 (mezcla de Nikon PQ™ y Purasal™), de 6 semanas para el jamón adicionado con bacteriocina WB1 en células y de 14 semanas tanto para la combinación 1

(mezcla de Nikon PQ™ y Purasal™) como para la bacteriocina WB1 en extracto (Figura 14B). Aún cuando la bacteriocina WB1 en extracto nunca alcanzó el 70% de paquetes abombados en el tiempo de estudio (Figura 13B) fue la que produjo mayor incidencia de paquetes abombados en grado 3, en una proporción de 40% más respecto al control (Figura 15B). Para estudiar las causas de lo anterior se están llevando acabo trabajos de caracterización de los microorganismos aislados de los lotes de jamón adicionados con conservadores naturales.

En concreto la vida de anaquel comercial con la adición de los conservadores bacteriocina WB1 en extracto y la combinación 1 (mezcla de Nikon PQ™ y Purasal™) es de 6 a 10 semanas más larga con respecto a la vida de anaquel en cuanto a norma.

Como se menciona anteriormente, el consumidor únicamente detecta el abombamiento del paquete y este será su criterio para comprarlo o rechazarlo por lo que, tomando en cuenta dicha característica, la vida de anaquel comercial fue igual que el jamón comercial o jamón control. Sin embargo, para el jamón adicionado con el conservador combinación 2 (mezcla de Nikon PQ™ y Purasal™) se disminuye la vida de anaquel comercial 10 semanas y 6 semanas con la adición del conservador WB1 en células.

#### **6.2.4 Relación del grado de abombamiento con pH y sínéresis**

En los jamones almacenados en ambiente no se observó diferencia significativa ( $\alpha=5\%$ ) en la producción de agua de sínéresis entre los lotes adicionados con combinación 1 y 2 (mezcla de Nikon PQ™ y Purasal™) y la bacteriocina WB1 en células. Sin embargo en el jamón adicionado con la bacteriocina WB1 en extracto

fue significativamente diferente ( $\alpha=5\%$ ) en los 3 jamones antes mencionado. Por lo anterior en la Figura 16A, se observó que la producción de agua de sinéresis fue 2 unidades porcentuales más alta que en las demás muestras. Además se observó que el agua de sinéresis producida era más viscosa que en el resto de los jamones estudiados.

En refrigeración no se observaron diferencias significativas ( $\alpha=5\%$ ) en la producción de agua de sinéresis entre las muestras (Figura 16B) pero, al igual que a temperatura ambiente, el agua de sinéresis producida en el jamón adicionado con la bacteriocina WB1 fue más viscosa en comparación con el resto de los conservadores.

Del análisis estadístico realizado tanto a temperatura ambiente como en refrigeración, se observó que no hay correlación ( $p = 0.1\%$ ) entre el grado de abombamiento y la producción de agua de sinéresis.

De este trabajo se desprende que en el jamón adicionado con bacteriocina WB1 en extracto predominan microorganismos proteolíticos que producen abundante agua de sinéresis y microorganismos productores de viscosidad, por ejemplo *Leuconostoc mesenteroides* que produce dextrano (Mandigan y col., 1999).

Los valores de pH obtenidos en los paquetes de jamones abombados no presentaron correlación alguna con el grado de abombamiento ( $p = 5\%$ ) presentado tanto a temperatura ambiente como en refrigeración (Figura 17A y 17B). Así mismo, no hubo diferencia significativa ( $\alpha=5\%$ ) entre los valores de pH obtenidos entre las muestras.

### **6.2.5 Aumento de la vida de anaquel del jamón comercial**

El conservador con el que se logró aumentar la vida de anaquel a temperatura ambiente respecto a norma, fue la bacteriocina WB1 en extracto presentando un aumento de vida de anaquel de 2 semanas y de 6 semanas a temperatura de refrigeración con respecto al jamón comercial o jamón control.

En cuanto a la vida de anaquel comercial no se aumenta, a temperatura ambiente con ninguno de los conservadores naturales estudiados, por el contrario se disminuye 3 semanas con respecto al jamón control. En refrigeración la vida de anaquel comercial tampoco se aumenta, pero se mantiene igual que la vida de anaquel comercial del jamón control.

Por lo anterior para aumentar la vida de anaquel respecto a norma, el mejor conservador que se debe de adicionar al jamón comercial es la bacteriocina WB1 en extracto.

La adición de la bacteriocina WB1 en extracto al jamón da como resultado en paquetes abombados la producción de agua de sinéresis que además de ser viscosa es abundante. Como se menciono anteriormente, el consumidor tiene como parámetro de compra la producción de gas, por lo que en este caso el agua de sinéresis presente en los paquetes abombados no se consideraría más que como un factor de agravamiento de un paquete ya de por sí rechazado.



### 6.2.6 Relación costo beneficio

En este trabajo se observó que adicionar conservadores naturales como combinaciones 1 y 2 (mezcla de Nikon PQ<sup>TM</sup> y Purasal<sup>TM</sup>) genera un costo adicional al producto. Sin embargo, entre los consumidores existe un cierto sector o nicho preocupado por cuestiones de salud que estaría dispuesto a pagar por el producto.

El uso bacteriocinas como conservadores naturales en jamón en la actualidad resulta 4 veces más caro (relacionado al costo del Nisaplin, de \$1.6 pesos por Kg de jamón) que usar Nikon PQ<sup>TM</sup> ó PURASAL<sup>TM</sup> y de 3 a 6 veces más caro si se utilizan combinados (Tabla 7). Dado que la bacteriocina WB1 es la que aumenta la vida de anaquel del jamón y la nisina es la única bacteriocina disponible comercialmente hasta el momento, la optimización de la producción de la bacteriocina WB1 en extracto para que fuese costeable sería una buena alternativa para utilizarla como un conservador natural efectivo en alimentos.

## VII. CONCLUSIONES

- De los tres lotes de jamón comercial analizados, 2 de ellos presentaron calidad insatisfactoria por la presencia de colonias presuntivas de *S. aureus* y *Salmonella* spp. desde el tiempo cero. A lo largo del estudio la refrigeración disminuye el desarrollo de colonias presuntivas de *S. aureus*.
- Con la adición de conservadores naturales al jamón, se obtuvo un incremento en la vida de anaquel respecto a norma de 2 semanas a temperatura ambiente y de 6 en refrigeración adicionando bacteriocina WB1 en extracto. La adición de la combinación 1 (mezcla de Nicon PQ<sup>TM</sup> y Purasal<sup>TM</sup>) aumenta la vida de anaquel respecto a norma 2 semanas en refrigeración; en el resto de los casos no hubo aumento de vida de anaquel respecto a norma.
- La vida de anaquel comercial disminuye 3 semanas con la adición de conservadores naturales a temperatura ambiente. En refrigeración la vida de anaquel comercial se mantuvo igual que el jamón control con la adición de la bacteriocina WB1 en extracto y la combinación 1 (mezcla de Nicon PQ<sup>TM</sup> y Purasal<sup>TM</sup>). En el resto de los casos disminuyó de 6 a 8 semanas.
- No se encontró correlación ( $p = 0.1\%$ ) entre el grado de abombamiento y el porcentaje de agua de sinéresis; y el grado de abombamiento con los valores de pH, en los lotes de jamón estudiados.
- La adición de bacteriocina WB1 en extracto genera abundante agua de sinéresis viscosa en los paquetes abombados.

- El utilizar bacterocinas resulta 4 veces más caro que usar Nicon PQ™ ó PURASAL™ por lo que la optimización de la producción de la bacteriocina WB1 en extracto para que fuese costeable sería una buena alternativa para utilizarla como un conservador natural efectivo en alimentos.

## VIII. RECOMENDACIONES PARA ESTUDIOS POSTERIORES

- Realizar la caracterización microbiológica de los microorganismos presentes en los lotes de jamones estudiados para determinar las causas de las variaciones de los resultados obtenidos.
- Determinar la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) de la bacteriocina WB1 contra microorganismos tipo (patógenos y de descomposición).
- Hacer análisis sensorial de jamones comerciales para determinar el valor de pH aceptables del jamón en punto de venta.
- Medir el porcentaje de agua de sinéresis contenida en jamones comerciales en punto de venta, para determinar el porcentaje de agua de sinéresis aceptable.
- Comparar los conservadores naturales con los “químicos”, que se emplean en los productos cárnicos, como benzoato o sorbato, solos o en combinación.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Arancia (2000). **AMIDEX<sup>MR</sup>. Maltodextrinas**. Hojas Técnicas 4 pág
2. Aymerich, M. T y Hugas, M. (1998) **Estado actual de la bioconservación en productos cárnicos**. EUROCARNE. (72). 39-48.
3. Bayer S.A. de C. V. (2001) **Perfil del producto: Defegol<sup>®</sup>**. Hoja técnica. 5 pág.
4. Benezet, A., De la Osa, J., Botas, M., Olmos, N y Flórez, F (1997). **Lactobacilos Alterantes del Color en Embutidos Crudos Curados**. Industria Alimentaria. Diciembre de 1997: 47-51.
5. Bert de Vegt. (1997) **Salt of the Earth**. Food Processing. October. 1 pág
6. Brewer S. (2001). University of Illinois Urbana-Champaign. **Food Storage, Food Spoilage and Foodborne Illness**. (On line) URL: [http://www.aces.uiuc.edu/~fshn/extension/food\\_storage.html](http://www.aces.uiuc.edu/~fshn/extension/food_storage.html) (Consulted: 02 Feb. 2001).
7. Campano, S. G. (2001). **Productos de proteína de soya en carnes procesadas**. Oficina Regional para México, Centro América y el Caribe Central Soya Company, Inc. Fort Wayne, Indiana, U.S.A. (En línea). Dirección URL: <http://www.aces.uiuc.edu/asamex/carnico4.html>. (Consulta: 16 Abril 2001)
8. Cañas, A. O., Barzana, G. E., Owens, J. D y Wachter R. Ma. C. (1993). **La Elaboración de Pozol en los Altos de Chiapas**. Ciencia 44:219-229.
9. Cultor Food Science, Inc. (2000). **Soluciones comprobadas a través del tiempo para una vida de anaquel más larga: ERITORBATO<sup>TM</sup>**. Hoja Técnica. 5 pág.
10. Danone World Newsletter. (2001). **Los tratamientos térmicos. Efectos sobre la leche fermentada. La cadena de frío**. Newsletter No. 20. (En línea). Dirección URL: [http://www.danonenewsletter.fr/esp/news\\_20/titre1.html](http://www.danonenewsletter.fr/esp/news_20/titre1.html). (Consulta: 19 de Marzo del 2001).
11. Davies, E. A., Bevis, H. E and Delves-Broughton, J. (1997). **The use of the bacteriocins, nisin, as a preservative in ricotta type cheeses to control the food-borne pathogen Listeria monocytogenes**. Letters in Applied Microbiology. 24: 343-346.
12. GALACTIC. (2000). **The Lactic Acid Universe: Industrial Applications**". Technical Brochure. Pág. 4 -13.
13. Gänzle, M. G., Hertel, C. and Hammes W. P (1997). **Antimicrobial activity of bacteriocins-producing cultures in meat products**. Fleischwirtschaft International. (4): 22-25
14. Gänzle, M. G., Hertel, C. and Hammes, W P. (1999). **Resistance of Escherichia coli and Salmonella against nisin and curvasin A**. International Journal of Food Microbiology. 48: 37-50.

15. Germond, J. E., Marciset, O., Mollet, B. (1997) **Bacteriocins from *Streptococcus thermophilus***. United States Patent No. 5,683,890.
16. Gould, G. W. (1989). **Mechanisms of Action of Food Preservation Procedures**. Elsevier Applied Science London and New York. Pág. 225-229.
17. Hugas, M., Pagés, F., Garriga, M. And Monfort, J. M. (1998). **Aplication of the bacteriocinogenic *Lactobacillus sakei* CTC494 to prevent growth of *Listeria* in fresh and cooked meat products packed with different atmospheres**. Food Microbiology. 15:639-650
18. Hughes C. C (1994) **Guía de aditivos**. Editorial Acribia. Zaragoza España. pp 60,141,154
19. ICMSF. (1985). **Ecología Microbiana de los Alimentos: Productos Alimenticios**. Editorial ACRIBIA, Zaragoza, España. Vol. II Capitulo I: 333-406 y Cáp. II: 410-418
20. ICMSF. (1986). **Microorganismos en Alimentos: Su significancia y métodos de enumeración**. Editorial ACRIBIA, Zaragoza, España. Vol.I: 3-23.
21. Igoe, R. S. (1989). **Dictionary of Food Ingredients**. 2a Edition. Editorial Van Nostrand Reinhold. Pág. 31, 65.
22. López, P. G. y Valdés, M. S. (2000). **Factores que favorecen el desarrollo de microorganismos en la carne y su efecto sobre la calidad**. Lácteos y Cárnicos Mexicanos. Vol 15 (1): 47-55.
23. Madigan, M. T, Martinko, J. M. y Parker, J. (1999). Brook, **Biología de los Microorganismos**. 8ª. Edición. Editorial Prentice Hall. Pág. 150-162,170 –171 y 519.
24. Madrid, A. (1987), **Manual de utilización de los aditivos en alimentos y bebidas**. Ediciones A Madrid Vicente, Madrid, España. Pág 134-144
25. Marrug, J. D (1991). **Characterization their role in the veloping natural products**. Food Biotechnol. 5:305-3012.
26. Medina, Q. A (2000). **Aplicación de carragenina en cárnicos**. Revista Industrial Especializada: Lácteos y Cárnicos Mexicanos. Vol. 15(2): 39-40.
27. Mendoza, M. E. (2000). **Aditivos en Productos Cárnicos, una Revisión** Revista Industrial Especializada: Lácteos y Cárnicos Mexicanos. Vol. 15(2): 36-38.
28. Ming, X., Weber, G. H , Ayres, J. W. and Sandine. W. E. (1997). **Bacteriocins Applied to Food Packaging Materials to Inhibits *Listeria monocytogenes* on Meats**. Journal of Food Science Vol. 62(2): 413-415.
29. Möhler, K. (1982) **Ciencia y Tecnología de la Carne. Teoría y Práctica: “El curado”** Editorial ACRIBIA, Zaragoza, España. Pág.1-13,60, 102

30. Núñez, S. C. y Macavilca, T. E. (2000) **Curso-seminario: Vida en Anaquel(vida útil) de Alimentos.** (En línea) Dirección URL <http://www.paisvirtual.com/universitaria/Investigacion/makviik/curso/temassshelf-life.htm> (Consulta. 08 Ene. 2001).
31. NURIOC S. A de C. V. **Nuevo preservante en la industria de alimentos: NICON PQ™.** Comercializadora Informe técnico. 6 pág.
32. OMS. (2001). **Centro Europeo para el Medio Ambiente y la Salud de la OMS. Norma Irlandesa.** (En línea). Dirección URL: [http://www.who.it/docs/fdsaf/Mbioi/Tabella\\_final\\_OMS.xls](http://www.who.it/docs/fdsaf/Mbioi/Tabella_final_OMS.xls). (Consulta: 12 Feb. 2001).
33. Palao, M., Ortegón, A. y Giles, M. (1998). **Técnicas Microbiológicas de Aplicación en el Control de Calidad de Alimentos.** Departamento de Biología. Facultad de Química, UNAM Pág.21-28.
34. Pascual, A. M. (1989). **Microbiología alimentaria: Detección de Bacterias con Significado Higiénico-Sanitario.** MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO. Instituto De Salud "Carlos III". Impreso por AGISA. Madrid España.
35. Pereyra, C. E. M. Y Trejo, H. E. (1999). **Detección de Bacteriocinas producidas por bacterias lácticas aisladas de pozol.** Tesis. Facultad de Química, UNAM. México, DF
36. Presidencia de Gobierno del Reino de España. (1998). Normas Microbiológicas Españolas por Alimentos. **Carne y productos cárnicos: Preparados de carne elaborados por Industrias.** (R. D. 1916/97, B. O. E 13/1/98) (En línea). Dirección URL <http://veterinaria.unex.es/sem/normicin.htm>. (Consulta: 12 Feb. 2001).
37. Price, J. F y Schwelgert, B. (1994). **Ciencia de la carne y de los productos cárnicos.** 2ª Ed. Editorial ACRIBIA S. A. Zaragoza, España. Cáp.6:199-232. Cáp. 12: 393-451.
38. PROFECO. (2001). **Calidad de Jamones.** Revista del CONSUMIDOR. Marzo, Num. 289. Pág 59-68.
39. PURAC. (1992). **PURASAL™ in Meat and Poultry Products.** Technical Brochure. American Inc. 7 Pág.
40. Reglamento de control sanitario de productos y servicios. (1999). Secretaría de Salud. **Título Vigésimo Tercero. Aditivos.** Diario Oficial de la Federación (En línea). Dirección URL: [www.ssa.gob.mx/dirqcsbs/r0.htmr](http://www.ssa.gob.mx/dirqcsbs/r0.htmr) (Consulta: 20 Feb. 2000).
41. Reglamento de control sanitario de productos y servicios. (1999). Secretaría de Salud. **Artículo 61 y 62. Título sexto Carne y sus Productos: Productos Cárnicos.** Capítulo I, II y III. (En línea). Dirección URL: [www.ssa.gob.mx/dirqcsbs/r0.htmr6](http://www.ssa.gob.mx/dirqcsbs/r0.htmr6). (Consulta: 16 Mrzo. 2000).
42. Requena, T. y Peláez, C. (1995) **Revisión: Actividad antimicrobiana de bacterias lácticas. Producción de bacteriocinas.** Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 35(1):19-44.
43. Rondín, G., Maifreni, M., Marino, M. (1996). **Applicazione del lattato di sodio nella conservaxione di prosciutto cotto.** Ingegneira Alimentare. Vol. 2: 9-15

44. Rosas A., M.E. Pérez-Castro., V. Santiago., R. Castillo., G. Moreno , A. J. Pérez-Alonso., H. Morales., I. Saucedo and A. Cañas. (2000). **Effect of Purasal™, Bestate™ and Nisin™ on Shelf life of cooked sliced ham packaged under vacuum.** Póster presentado en la reunión del IFT del año 2000. Junio 13, 65C-17
45. SAGAR (2000). **Claridades agropecuarias . La producción de carne en México.** Revista de publicación mensual. Julio. ISN N0188-9944
46. Samelis, A. J., Kakouri. K. G., Georgiadou and Metaxopoulos J (1998). **Evaluation of the extent and type of bacterial contamination at different stages of processing of cogged ham** J. Appl. Microbiology Vol. 84:649-660.
47. Sánchez, C. y Zapata, C. (2000). **Industria de carnes frías: “ Conquista al paladar mexicano”** Periódico REFORMA, lunes 12 de junio del 2000. Pág. 32
48. Santiago, C. V.(2000). **Purificación de una bacteriocina mediante el método de adsorción y liberación específica.** Tesis. Facultad de Química, UNAM. México D. F.
49. Sebranck, J. (1999). **Using ingredients to control Listeria.** Meet Processing July www. wattnet. Com. Pág. 60.
50. Secretaría de Comercio. (1982). NORMA MEXICANA, NMX-F-123-1982. Dirección General de Normas. **Alimentos Jamón Cocido- Especificaciones.**
51. Secretaría de Salud. (1994). NORMA Oficial Mexicana NOM-121-SSA1-1994, Bienes y servicios. **Quesos: frescos, madurados y procesados.** Especificaciones sanitarias. México, D.F., 15 de diciembre.
52. Secretaría de Salud. (1994). NORMA Oficial Mexicana, NOM-122-SSA-1-1994. Bienes y servicios. Productos de la carne. **Productos cárnicos curados y cocidos y curados emulsionados y cocidos.** Especificaciones sanitarias. Miércoles 13 de diciembre.
53. Secretaría de Salud. (1999) **Acuerdo por el que se determinan las sustancias permitidas como aditivos y coadyuvantes.** México a 7 de Diciembre de 1999
54. Shelef, L. A. (1994). **Antimicrobial Effects of Lactates: A review** Journal of Food Protection. Vol 57(5): 445-450
55. Siragusa, G. R. and Nestler, C. (1993). **Brochonisin-C: A new bacteriocin produced by Brochotrx campestry.** J. Appl. Environmental Microbiology. 59:2326-2328.
56. SOLUTIA. (2000). **Nutrifos polyphosphates for meat, poultry and seafood application.** Solutia Applied Chemistry, creative solution. Technical brochure. 16 pág.
57. Sortwell, D (1993). **Conservadores para Alimentos y Bebidas.** NUTRIQUIM S. A. de C. V. México DF. 9 de Diciembre 15 pág.



58. Stevens, D. A., Sheldon, B. W., Klapes, N. A. and Kiaenhamer, T. R. (1991) **Nisin treatment for inactivation of Salmonella species and other Gram-negative bacteria** Applied Environmental Microbiology, 57:3613-3615
59. Stiles, M. A. (1996) **Biopreservation by lactic acid bacteria**. Antonie van Leeuwenhoek. 70 :331-345.
60. Takeda. (1999). **El uso de Vitamina C en el Procesamiento de la Carne. Lácteos y cárnicos mexicanos**. Vol. 14 (4): 33-40
61. TRUMARK Inc Ultra-Pure Bestate: **For Meat, Poultry and Seafood Applications**: Technical Bulletin Pág. 1-16.

## ANEXO I

Para el jamón comercial no existe una norma específica, por lo cual existen diferentes definiciones que están sujetas al tipo de carne que se utiliza para la elaboración del jamón.

Tipo de carne empleada	Definición
<b>Cerdo<sup>1</sup></b>	Es el producto elaborado de las piernas traseras del cerdos sanos, sometida a curación y cocimiento, Empacado y refrigerado.
<b>Pavo, pollo u otras especies<sup>2</sup></b>	Es el producto cárnico, curado y cocido, elaborado con carnes de animales de las especies declaradas aptas para consumo humano por la Secretaría de Salud, sometido a la acción de los agentes del curado en seco o húmedo y a cocción.

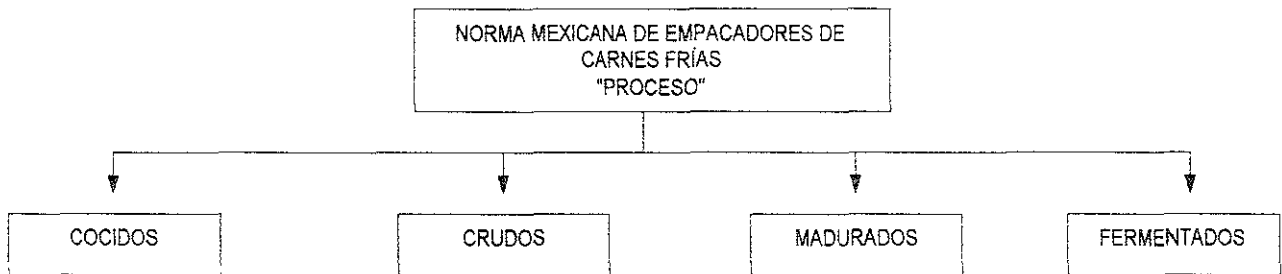
1) Secretaria de Comercio, (1982)

2) Secretaria de Salud, (1994)

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

## ANEXO II

Ante la necesidad de la existencia de una norma específica para jamón, el Sector Industrial de Carnes Frías está interesado en la creación de dicha norma con el fin de evitar la competencia desleal y permitir mayor confianza a los consumidores. Aunque existen fuertes reticencias parece ser que una propuesta de estandarización similar a la ya anteriormente pirámide proteica, podría convertirse al fin en una norma de calidad o incluso en una norma de carácter obligatorio (Pérez A., comunicación personal).



NORMALIZACION

"PIRAMIDE PROTEICA"

### EJEMPLO

% DE PROTEINA DE ORIGEN ANIMAL	NOMBRE DEL JAMÓN
18%	HOLANDES, PERNIL
16%	HORNEADO, YORK
14%	VIRGINIA
12%	AMERICANO
10%	JAMON COCIDO, ESPALDILLA

\*\* SUJETOS A ESTUDIO DE NORMALIZACION

- JAMONES DE CARNE DE CERDO
- JAMONES DE CARNE DE PAVO
- JAMONES DE MEZCLAS DE CARNE

### ANEXO III

Características, síntomas y periodo de incubación de microorganismos patógenos más comunes relacionados con intoxicaciones alimentarias.

Microorganismo	Características	Periodo de incubación	Síntomas	Origen reservorio
<i>Staphylococcus aureus</i>	Cocos Gram positivos	2 – 7 horas	Nauseas, vómito, dolor abdominal y diarrea.	Nariz, garganta, manos, piel, heridas infectadas, , heces, alimentos mal manipulados
<i>Bacillus cereus</i>	Bacilos Gram positivos	½ a 6 horas	Nauseas, vómito, diarrea acuosa, dolor abdominal.	Alimentos que contactan polvo y suelo, plantas y alimentos de origen animal que pueden tener esporas o formas vegetativas
<i>Clostridium perfringes</i>	Bacilos Gram positivos	6 a 15 horas	Dolor abdominal, náuseas, diarrea acuosa, gangrena del intestino delgado y toxemia mortal en 40% de los casos.	Suelo y polvo, heces de personas y animales, alimentos crudos o cocinados que contengan al microorganismo
<i>Campilobacter jejuni</i>	Bacilos vibrioides, con forma de coma, S o hélice, Gram negativos	2 a 5 días	Nauseas, dolor abdominal, diarrea a veces sanguinolenta, puede haber presencia de fiebre, heces líquidas viscosas y mal olientes.	Animales domésticos, aves de corral, perros, gatos, peces y animales salvajes.
<i>Salmonella spp.</i>	Bacilos no esporulados Gram negativos	2 a 5 días	Dolor abdominal, diarrea, vómito, fiebre (38°C- 38.5°C), heces acuosas, verdosas y olorosas.	Tracto intestinal, portadores, alimentos contaminados
<i>Shigella spp.</i>	Bacilos no esporulados, Gram negativos	2 a 50 horas	Dolor abdominal, vómito, diarrea, fiebre (39°-40°C), heces líquidas a veces con sangre, moco o pus.	Heces, portadores, persona a persona, alimentos y agua contaminados, moscas

Tomado de (Pascual A., 1989).

Continuación.....

Microorganismo	Características	Periodo de incubación	Síntomas	Origen reservorio
<i>Escherichia coli</i>	Bacilos a veces capsulados, Gram negativo.	3 a 9 días	Nauseas, vómito, diarrea acuosa, retorcijones, dolor abdominal, fiebre, diarrea, malestar. Los niños y bebés son muy sensibles. En casos complicados se dan complicaciones vasculares y neurológicas, otro es el síndrome urémico hemolítico.	Tracto intestinal del hombre y animales. Otros ambientes contaminados fecalmente.
<i>Clostridium botulinum</i>	Bacilos Gram positivos, esporulados, producen toxinas	12 a 36 horas	Alteraciones digestivas, Mucosas enrojecidas, dificultad para deglutir y hablar, alteraciones visuales. Síntomas neurales: parálisis progresiva. Asfixia por lo tanto la muerte.	Suelo, barro y heces de animales. Cadáveres de animales
<i>Listeria monocytogenes</i>	Bacilos cortos de puntas redondeadas. Gram positivos, pero en cultivos viejos (mayores de 24 hr) son Gram negativos.	Se desconoce, pero podría ser de 12 horas por síntomas gastrointestinales	Fiebres, dolores de cabeza, náuseas, vómitos, diarrea, meningitis, encefalitis, complicaciones prenatales en mujeres y septicemia	Intestinos humano y de algunos animales, pájaros, peces, crustáceos e insectos, aguas, suelos, ensilados, fango, plantas vegetales, forraje, desagüe de mataderos, agua de río, aguas negras
<i>Vibrio cholerae</i>	Bacilos pequeños incurvados, Gram negativos, aerobios y anaerobios facultativos.	48 horas	Náuseas, vómitos, diarrea, dolor abdominal, heces incoloras y afecales, con granos riciformes, fiebre y septicemia.	Ser humano, portadores sanos, Moscas.
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Bacilos ovoides y a veces pleomórficos. Gram positivos	24 a 48 horas	Nauseas y vómito, fuerte dolor abdominal, fiebre, diarrea, poli artritis, Eritema nudoso, apendicitis y artritis	Animales de compañía y alimentos.

Tomado de (Pascual A., 1989).

## ANEXO IV

### Especificaciones Microbiológicas de Jamón y Descripción de Microorganismos involucrados

Preparados de carne elaborados por industrias (R.D.1916/97, B.O.E 13/1/98)

Aerobios mesófilos (u.f.c/g)	Aerobios psicrotrofos	Enterobacterias	Coliformes	<i>E. coli</i> (en 1 g)	<i>Salmonella</i> (en 1 g)	<i>S. aureus</i> (u.f.c/g)	Estreptococos fecales	Mohos y Levaduras	Otros organismos	Otros límites
n=5, c=2, m=5x10 <sup>5</sup> , M= 5x10 <sup>9</sup>				n=5, c=2, m=5x10 <sup>2</sup> , M=5x10 <sup>9</sup>	N=5, c=0 Ausencia	n=5, c=0 m=5x10 <sup>2</sup> , M= 5x10 <sup>3</sup>				<b>Calidades</b> <b>Satisfactoria</b> (todos los valores $\leq 3 \times m$ en medio sólido o $10 \times m$ en medio líquido) <b>Aceptable</b> <b>Insatisfactoria</b> (valores superiores a M o cuando c / n sea superior a 2/5, excepto si sólo supera M los aerobios) <b>Tóxico o corrompido</b> (aerobios y <i>E. Coli</i> $m \times 10^3$ , <i>S. aureus</i> $5 \times 10^4$ ) M igual a 10 m en medio sólido, M igual a 30 m en medio líquido

<http://veterinaria.unex.es/sem/normictb.htm>

## NORMAS MICROBIOLÓGICAS POR ALIMENTOS

(Fecha revisión: mayo 1999)

### ACLARACIONES:

**n:** número de unidades de que se compone la muestra.

**c:** número de unidades de la muestra cuyo número de bacterias podrá situarse entre m y M, la muestra seguirá considerándose aceptable si las demás unidades de que se compone tienen un número de bacterias menor o igual a m.

**m:** valor umbral del número de bacterias; el resultado se considera satisfactorio si todas las unidades de que se compone la muestra tienen un número de bacteria igual o menor que m.

**M:** valor límite del número de bacterias; el resultado se considerará no satisfactorio si una o varias unidades de las que componen la muestra tienen un número de bacterias igual o mayor que M. (Nivel límite máximo de aceptabilidad)

**Aerobios mesófilos:** Cuando no se especifique en las tablas otra temperatura diferente, se entenderá que la temperatura de incubación para la determinación de este parámetro es igual a  $31 \pm 1^\circ \text{C}$ .

**u.f.c:** Unidad formadora de colonia.

**Ireland                      Meat                      sliced ham and tongue**

<i>Aerobic microorganisms at 30°C</i>	Satisfactory < 1000000	Retail	Guidelines
		Retail	Guidelines
<i>Aerobic microorganisms at 30°C</i>	Borderline 1000000 - < 10000000	Retail	Guidelines
<i>Aerobic microorganisms at 30°C</i>	Unsatisfactory ≥10000000	Retail	Guidelines
<i>Escherichia coli</i>	Satisfactory < 20, Borderline 20 - < 100, Unsatisfactory 100 - < 10000, 'Unacceptable/potentially hazardous ≥ 10000		
<i>Salmonella spp.</i>	Satisfactory- not detected in 25g, Unacceptable- present in 25g	Retail	Guidelines
<i>Staphylococcus aureus</i>	Satisfactory < 20, Borderline 20 - < 100, Unsatisfactory 100 - < 10000, 'Unacceptable/potentially hazardous ≥ 10000	Retail	Guidelines

Centro Europeo para el Medio Ambiente y la Salud de la OMS, normas y recomendaciones microbiológicas carnes, jamón rebanado, Irlanda (meat, sliced ham and tongue) (OMS, 2001).

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-122-SSA1-1994. BIENES Y SERVICIOS. PRODUCTOS DE LA CARNE. PRODUCTOS CARNICOS CURADOS Y COCIDOS, Y CURADOS EMULSIONADOS Y COCIDOS. ESPECIFICACIONES SANITARIAS**

Microorganismos. Limite máximo permisible.	Especificaciones Sanitarias ( Microbiológicas)	
	Los productos objeto de este ordenamiento deben cumplir con las siguientes especificaciones sanitarias: En planta o frontera.	Los productos objeto de esta norma, en el momento de su venta deben cumplir con las siguientes especificaciones:
Mesofilicos aerobios	100 000 UFC/g	600 000 UFC/g
Escherichia coli	Negativo	Negativo
<b>Hongos y Levaduras</b>	<10 UFC/g	< 10 UFC/g
Staphylococcus aureus	100 UFC/g	1 000 UFC/g
Salmonella spp	Negativo en 25 g	Negativo en 25 g

Secretaría de Salud, 1994.

**Microorganismos mesófilos aerobios**

Los microorganismos mesófilos aerobios son microorganismos que crecen a temperaturas entre 20 y 45°C, en presencia de oxígeno. Se encuentran en animales de sangre caliente y en ambientes templados y tropicales (Madigan y col., 1999). En alimentos las cuentas altas de este tipo de microorganismos indican el uso de materia prima contaminada, o que la elaboración de los alimentos fue inadecuada. Cuando las cuentas son mayores de  $10^7$  UFC/g, los alimentos pueden estar alterados, aunque los alimentos fermentados (quesos, chorizos, etc.), pueden consumirse aun teniendo cuentas de  $10^8$  UFC/g. Por otro lado, todas las bacterias conocidas como patógenas son mesófilas aerobias por lo que se debe tener cuidado al tener cuentas altas de mesófilos aerobios en temperaturas cercanas a las corporales, 37°C. (ICMSF., 1986).



### ***Staphylococcus aureus***

Este microorganismo pertenece a la familia *Micrococcaceae*: *Staphylococcus aureus* comprende formas cocáceas, Gram positivas. Se encuentra en el hombre y especies animales, principalmente en la nasofaringe, piel y folículos pilosos. Puede encontrarse en polvo, aire, leche, carnes curadas y algunos otros alimentos. Algunas cepas de *Staphylococcus aureus* son patógenas porque producen una enterotoxina causante de intoxicaciones alimentarias. Se considera que la presencia de este microorganismo en una cantidad mayor de  $10^6$ UFC/g de alimento, es un indicador de producción de toxina (Palao y col., 1998).

### **Enterobacterias**

Las enterobacterias son un grupo de microorganismos provenientes del tracto intestinal del hombre y algunos animales. Son bacilos Gram negativos, no esporulados, aerobios y anaerobios facultativos, pertenecen a la Familia *Enterobacteriaceae* que también se conoce como enterobacterias totales y se divide como se muestra en Tabla 12.

Tabla 12 Clasificación de la Familia *Enterobacteriaceae*

Enterobacterias totales			
Clasificación	Origen	Género	Características
Enterobacterias	Fecal	<i>Shigella spp, Salmonella spp, Edwarsiella spp, Hafnis spp, Proteus spp, Providencia spp, Yersinia morganella, Escherichia blattae, Klebsiella pneumoniae.</i>	Son lactosa negativos
	Suelo, polvo o aire		
Coliformes totales	Fecal	<i>Klebsiella spp, Escherichia spp, Enterobacter spp y agunas cepas de Citrobacter spp.</i>	Son lactosa positivos
	Suelo, polvo o aire		

Basado en Pascual A., (1989).

Dado que las *Enterobacteriaceae* no resisten ni los tratamientos térmicos, ni los tratamientos de pasteurización ni el almacenamiento en congelación, un índice alto de estos microorganismos indica que los tratamientos del procesado de los alimentos fueron inadecuados o bien que estuvieron en contacto, post proceso, con suelo, polvo o materia fecal.

## ANEXO V

Relación de época del año, temperatura ambiente y equipo de rebanado, en la elaboración de jamón comercial

LOTE			
	Control 1	Control 2	Control 3
Temperatura ambiente promedio en el mes <sup>1</sup>	Enero (18° C)	Febrero (20° C)	Marzo (26° C)
Rebanado con la rebanadora <sup>2</sup> (Marca)	PIGORE	BERKEL	BERKEL

1 Datos obtenidos por chequeo *in situ*.

2 La rebanadora PIGORE se encuentra en la planta piloto del productor y sus uso no fue exclusivo para el presente trabajo, dificultándose su desarmado para propósitos de sanitización. La rebanadora BERKEL se encuentra en la planta piloto de NORIS S.A. de C. V. y su uso fue exclusivo para el presente trabajo, por lo que fue técnicamente factible su desarmado para efectos de sanitización.