



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

“CALIDAD NUTRITIVA, MICROBIOLÓGICA Y ORGANOLÉPTICA
DEL JAMÓN DE ESPALDA CON LA ADICIÓN DE DIFERENTES
NIVELES DE CARRAGENINA”

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTOR

HECTOR HUGO VELASTEGUI MOROCHO

Riobamba – Ecuador

2010

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	13
A. PRODUCTOS CÁRNICOS	13
1. <u>Definición</u>	13
2. <u>Clasificación de los productos cárnicos</u>	13
a. Productos cárnicos crudos	15
b. Productos cárnicos tratados con calor	15
B. ADITIVOS ALIMENTARIOS	17
1. <u>Definición</u>	18
2. <u>Clasificación de los aditivos</u>	18
3. <u>Usos de los aditivos alimentarios</u>	19
C. EL JAMÓN	19
1. <u>Definición</u>	19
2. <u>Tipos de jamones</u>	20
a. Jamones cocidos	20
b. Jamones madurados	21
c. Jamón de espalda o paleta cocida	21
3. <u>Valor nutritivo</u>	21
4. <u>Proceso de elaboración</u>	22
5. <u>Características sensoriales del jamón</u>	24
a. Sabor	25
b. Textura	25
c. Color	26
6. <u>Calidad microbiológica</u>	26
D. INGREDIENTES Y ADITIVOS QUE SE UTILIZAN EN LA ELABORACIÓN DEL JAMÓN COCIDO	27
1. <u>Ingredientes</u>	28

a. Carne	28
b. Agua	28
c. Sal	29
d. Azúcares	29
e. Proteínas	29
f. Féculas	30
g. Saborizantes	30
2. <u>Aditivos</u>	30
a. Nitritos	30
b. Nitratos	31
c. Conservantes	32
d. Antioxidantes	32
e. Fosfatos	33
f. Espesantes, gelificantes y estabilizantes	34
g. Potenciadores del sabor	35
E. CARRAGENINAS	36
1. <u>Definición e importancia</u>	36
2. <u>Obtención</u>	37
3. <u>Propiedades</u>	38
a. Solubilidad	39
b. Gelificación	40
c. Textura	40
d. Viscosidad	41
e. Estabilidad	41
f. Reactividad con proteínas	42
g. Interacción con otras gomas	42
h. Tixotropía	43
4. <u>Tipos de carrageninas</u>	43
a. Carragenina Kappa I	43
b. Carragenina Kappa II	43
c. Carragenina Iota	44
d. Carragenina Lambda	44
e. Carrageninas comerciales	44
5. <u>Usos de las carrageninas</u>	45

a.	Industria alimentaria	46
b.	Utilización en el campo farmacéutico	46
c.	Utilización en el campo dietético	46
d.	Utilización en el campo cosmético	47
e.	Usos de las carrageninas en la industria cárnica	47
f.	Uso de las carrageninas en la elaboración de jamones	48
6.	<u>Dosis a utilizar</u>	49
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	50
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO.	50
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES.	50
C.	MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES.	50
1.	<u>Materiales</u>	50
2.	<u>Equipos</u>	51
3.	<u>Instalaciones</u>	51
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	51
1.	<u>Variables bromatológicas</u>	52
2.	<u>Variables microbiológicas</u>	53
3.	<u>Variables organolépticas</u>	53
4.	<u>Variables económicas</u>	53
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA.	53
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	54
1.	<u>Descripción del experimento</u>	54
2.	<u>Programa sanitario</u>	54
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	55
1.	<u>Valoración nutritiva</u>	55
2.	<u>Valoración microbiológica</u>	55
3.	<u>Valoración organoléptica</u>	56
4.	<u>Análisis económico</u>	56
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	57
A.	VALORACIÓN BROMATOLÓGICA	57
1.	<u>Contenido de humedad</u>	57
2.	<u>Contenido de proteína</u>	60
3.	<u>Contenido de grasa</u>	62
4.	<u>Contenido de cenizas</u>	64

B. VALORACIÓN MICROBIOLÓGICA	64
C. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA	66
1. <u>Apariencia</u>	66
2. <u>Color</u>	68
3. <u>Sabor</u>	72
4. <u>Textura</u>	72
5. <u>Valoración total</u>	74
D. EVALUACION ECONOMICA	74
1. <u>Costos de producción/kg</u>	74
2. <u>Beneficio/costo</u>	77
V. <u>CONCLUSIONES</u>	79
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	80
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	81
ANEXOS	75

LISTA DE CUADROS

Nº		Pág.
1.	REQUISITOS FÍSICO QUÍMICOS PARA JAMONES (CLASIFICADO ACORDE CON EL PORCENTAJE DE PROTEÍNA).	12
2.	COMPOSICIÓN DE LA SALMUERA PARA LA INYECCIÓN EN JAMONES COCIDOS.	12
3.	PROCESO DE ELABORACIÓN DEL JAMÓN DE ESPALDA, PALETA O PALETILLA.	14
4.	CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL JAMÓN CURADO COCIDO.	17
5.	ESPECIFICACIONES MICROBIOLÓGICAS PARA EL JAMÓN.	17
6.	CLASIFICACIÓN DE LOS ESPESANTES, GELIFICANTES Y ESTABILIZANTES DE ACUERDO A SU ORIGEN.	24
7.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	42
8.	ESQUEMA ADEVA.	43
9.	FORMULACIÓN DE LA SALMUERA.	45
10.	CALIDAD BROMATOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICA DEL JAMÓN DE ESPALDA ELABORADO CON DIFERENTES NIVELES DE CARRAGENINA EN DOS ENSAYOS CONSECUTIVOS.	48
11.	VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LOS JAMONES DE ESPALDA ELABORADOS CON DIFERENTES NIVELES DE CARRAGENINA.	59
12.	EVALUACIÓN ECONÓMICA (DÓLARES) DE LA PRODUCCIÓN DE JAMONES DE ESPALDA CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE CARRAGENINA.	66

LISTA DE GRÁFICOS

Nº		Pág.
1.	Contenido de humedad (%), en el jamón de espalda por efecto de la adición de diferentes niveles de carragenina en dos ensayos consecutivos.	49
2.	Contenido de proteína (%), en el jamón de espalda por efecto de la adición de diferentes niveles de carragenina en dos ensayos consecutivos.	51
3.	Contenido de grasa (%), en el jamón de espalda por efecto de la adición de diferentes niveles de carragenina en dos ensayos consecutivos.	53
4.	Contenido de cenizas (%), en el jamón de espalda por efecto de la adición de diferentes niveles de carragenina en dos ensayos consecutivos.	55
5.	Presencia de coliformes totales (UFC/g), en el jamón de espalda por efecto de la adición de diferentes niveles de carragenina en dos ensayos consecutivos.	57
6.	Valoración organoléptica de la apariencia (sobre 20 puntos), del jamón de espalda por efecto de la adición de diferentes niveles de carragenina.	60
7.	Valoración organoléptica del color (sobre 20 puntos), del jamón de espalda por efecto de la adición de diferentes niveles de carragenina.	61
8.	Valoración organoléptica del sabor (sobre 20 puntos), del jamón de espalda por efecto de la adición de diferentes niveles de carragenina.	63
9.	Valoración organoléptica total (sobre 80 puntos), del jamón de espalda por efecto de la adición de diferentes niveles de carragenina.	65
10.	Costos de producción (dólares/kg), del jamón de espalda por efecto de la adición de diferentes niveles de carragenina.	68

LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Hoja guía para la evaluación organoléptica del jamón de espalda por efecto de la adición de diferentes niveles de carragenina.
2. Resultados experimentales de la valoración bromatológica del jamón de espalda por efecto de la adición de diferentes niveles de carragenina.
3. Análisis estadístico del contenido de humedad (%), en el jamón de espalda elaborado con la utilización de diferentes niveles de carragenina (0.0, 0.6, 0.8 y 1.0 %).
4. Análisis estadístico del contenido de proteína (%), en el jamón de espalda elaborado con la utilización de diferentes niveles de carragenina (0.0, 0.6, 0.8 y 1.0 %).
5. Análisis estadístico del contenido de grasa (%), en el jamón de espalda elaborado con la utilización de diferentes niveles de carragenina (0.0, 0.6, 0.8 y 1.0 %).
6. Análisis estadístico del contenido de cenizas (%), en el jamón de espalda elaborado con la utilización de diferentes niveles de carragenina (0.0, 0.6, 0.8 y 1.0 %).
7. Resultados experimentales de la valoración microbiológica del jamón de espalda por efecto de la adición de diferentes niveles de carragenina.
8. Análisis estadístico de la presencia de coliformes totales (UFC/g), en el jamón de espalda elaborado con la utilización de diferentes niveles de carragenina (0.0, 0.6, 0.8 y 1.0 %).
9. Resultados experimentales de la valoración organoléptica del jamón de espalda por efecto de la adición de diferentes niveles de carragenina.
10. Análisis estadístico del color (sobre 20 puntos) del jamón de espalda elaborado con diferentes niveles de carragenina (0.0, 0.6, 0.8 y 1.0 %).
11. Análisis estadístico de la apariencia (sobre 20 puntos) del jamón de espalda elaborado con diferentes niveles de carragenina (0.0, 0.6, 0.8 y 1.0 %).
12. Análisis estadístico de la textura (sobre 20 puntos) del jamón de espalda elaborado con diferentes niveles de carragenina (0.0, 0.6, 0.8 y 1.0 %).
13. Análisis estadístico del sabor (sobre 20 puntos) del jamón de espalda elaborado con diferentes niveles de carragenina (0.0, 0.6, 0.8 y 1.0 %).

14. Análisis estadístico de la valoración total (sobre 80 puntos) del jamón de espalda elaborado con diferentes niveles de carragenina (0.0, 0.6, 0.8 y 1.0 %).

“CALIDAD NUTRITIVA, MICROBIOLÓGICA Y ORGANOLÉPTICA DEL JAMÓN DE ESPALDA CON LA ADICIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE CARRAGENINA”

Velastegui, H.¹; Mira, M.²; Almeida, M.²

ESPOCH – FAC. CC. PECUARIAS
Panamericana Sur Km 1
Teléfono 2965-068, Riobamba - Ecuador

RESUMEN

En el Centro de Producción de Cárnicos de la ESPOCH, se evaluó diferentes niveles de carragenina obtenido de las algas marinas para valorar la calidad nutritiva, microbiológica y organoléptica (0.6, 0.8, 1.0%) en la elaboración de jamón de espalda. Se utilizaron 96 Kg de carne de paleta de cerdo, distribuidas, en 48 kg por replica y con un tamaño de cada unidad experimental de 3 kg. En los análisis bromatológicos se registró que por efecto de los niveles de carragenina empleados los valores no presentaron diferencias significativas, por cuanto los valores encontrados fueron de 19.53 % en los jamones del grupo control (0.0 %), hasta el 20.63 % con el nivel 1.0 % de carragenina. Los análisis microbiológicos determinaron ausencia de *Escherichia coli*, pero se encontró bajas cargas de coliformes totales, que mostraron un comportamiento que a medida que se incrementó el nivel de carragenina facilitó el desarrollo de los coliformes, pero que no superan los límites exigidos por las normas correspondientes, considerándose un alimento sanitariamente apto para el consumo humano. En la valoración total de las características organolépticas, las mejores puntuaciones alcanzaron los jamones con el empleo del 0.8 % de carragenina, con lo que se recomienda utilizar este nivel del 18 %.

ABSTRACT

In the Meat Production Center of the ESPOCH, the different carragenine levels were evaluated from the marine algae to value the nutritive, microbiological and organoleptic quality (0.6, 0.8 and 1.0%) in the elaboration of the back ham. 96 Kg pig shoulder blade distributed into 48 Kg per replica and with the experimental unit size of 3 Kg, were used. In the bromatological analyses it was shown that because of the carragenine level effect, the values did not present significant differences because the found values were 19.53% in the control group hams (0.0%), up to 20.63% with the 1.0% level carragenine. The microbiological analyses determined the absence of *Escherichia coli*, but low loads of total coliforms which showed a behavior in terms of the higher the carragenine the easier the coliform development, but they do not surpass the limits required by the corresponding norms resulting in a suitable food for human consumption. In the total valuation of the organoleptic features, the best scores were reached by the ham with the use of 0.8% carragenine. This is why it is recommended to use the 18% level.

¹ Autor de la investigación. Egresado de la escuela de Industrias Pecuarias, Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH.² Miembros del Tribunal de Tesis, Profesores de la Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH.

I. INTRODUCCIÓN

La creciente exigencia de los mercados para ofrecer productos de mejor calidad por menos costo, la necesidad de más productividad y rentabilidad de las líneas de proceso, el endurecimiento de las regulaciones alimentarias, así como la mayor preocupación de los consumidores por la higiene, seguridad y salud alimentarias, entre otras razones, ha forzado a la industria alimentaria buscar soluciones para satisfacer las necesidades de los consumidores y clientes de forma más adecuada.

Otro aspecto a considerar, es el incremento del consumo de comida rápida, donde la economía actual exige que tanto hombres como mujeres deban salir al mercado de trabajo, por lo que el tiempo disponible para la preparación de alimentos en el hogar se hace cada vez más limitado. Esto trae como consecuencia la necesidad de desarrollar productos que sean de fácil consumo; dentro de estos se puede optar por la variedad de embutidos que ofrece el mercado actual (Sáez, A. et al. 2009).

Pero, el consumidor actual busca productos cárnicos por su sabor y su importancia nutricional. También existe un número limitado de consumidores que desea productos saludables que contengan un bajo contenido graso además de un alto contenido proteico. Los productos cárnicos son considerados unos de los alimentos con mayor contenido de proteína de alta calidad, sin embargo, muchos no pueden ser considerados bajos en grasa. Dentro de la línea de productos cárnicos bajos en grasa se encuentran los jamones. La denominación genérica de jamón se aplica al miembro posterior del cerdo, curado o cocido (Abadie, M. 2006).

Es por esta razón que un producto que resulta innovador es el jamón de espalda, que es el producto preparado con piezas de carne identificables, correspondientes al despiece total o parcial de los miembros delanteros del cerdo, sometido a un tratamiento térmico suficiente para lograr la coagulación de las proteínas cárnicas

(<http://www.uam.es>. 2010).

Para lograr esto, la industria cárnica, utiliza las carrageninas que son coloides que forman parte de los tejidos de las algas rojas y que poseen numerosas ventajas, entre estas se pueden anotar: su gran capacidad de retención de agua que pueden formar redes tridimensionales dando lugar a la formación de un gel que engloba moléculas de agua, haciendo el producto final más jugoso; son agentes texturizantes que imparten características funcionales específicas al producto final; mejoran el fileteado del fiambre, al aumentar la ligazón de las masas musculares, proveen una consistencia homogénea con buena cohesión; disminuyen la sinéresis (pérdida de agua en el producto final): mejoran la resistencia a los cambios sufridos por el congelado y descongelado, conservando la textura de la carne; y, reducen los costos de producción al aumentar el rendimiento, ya que permiten una mayor incorporación de agua a los productos, siendo esto último importante en jamones y embutidos (Castelli, M. 2009).

Por lo anotado, en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar la calidad nutritiva, microbiológica y organoléptica del jamón de espalda con la adición de diferentes niveles de carragenina (0.6, 0.8, 1.0 %).
- Determinar el nivel óptimo de carragenina que se pueda emplear en la elaboración del jamón de espalda.
- Establecer los costos de producción y su rentabilidad, mediante el indicador beneficio/costo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. PRODUCTOS CÁRNICOS

1. Definición

<http://www.fao.org>. (2006), señala que los productos cárnicos son aquellos que han sido sometidos a un proceso de curado y/o maduración a fin de modificar sus características organolépticas y de conservación. Para ello se someten a procesos de secado, molido, emulsificación, adición de sales y condimentos, cambios de color o una combinación de ellos. Se pueden clasificar en productos sin picar, donde destaca el jamón y el pollo ahumado y, en productos picados o embutidos.

Venegas, O. y Valladares, C. (2009), reportan que los productos cárnicos, son aquellos productos que contengan carne de mamíferos y/o aves de corral y/o caza destinada al consumo humano.

<http://www.revistalabarra.com.co>. (2010), indica que los productos cárnicos pueden diferenciarse de acuerdo a la materia prima o tipo de carne utilizada; tamaño de troceado o grado de picado, dosificación de ingredientes añadidos (almidones, especias, proteínas), forma y calibre de la tripa en donde se embute la pasta o el producto, proceso, etc.

2. Clasificación de los productos cárnicos

<http://www.ocu.org>. (2009), señala que los productos cárnicos parten de una materia prima muy perecedera y son objeto de una importante manipulación. Para evitar riesgos, es fundamental escogerlos y conservarlos con acierto. El mercado es rico en productos cárnicos, que se pueden clasificar en función de muchos criterios:

- Los productos frescos, suelen estar hechos con carne salada y especiada o con carne adobada con especias, aceite o vinagre, que le dan sabor y

prolongan su conservación, sin que intervenga el calor en su tratamiento; pueden ser enteros, como el lomo de cerdo adobado, o picados, como las salchichas frescas.

- Los productos crudos curados, parten de la carne fresca y no se tratan con calor sino que se dejan secar y "madurar" en cámaras de temperatura y humedad controladas. Pueden ser piezas enteras saladas, como el jamón serrano, o adobadas, como el lomo embuchado. También pueden presentarse en forma de embutidos, mezclas de carne picada, grasa, sal, especias y otros ingredientes que se embuchan en un trozo de tripa natural o artificial (chorizo, salchichón,...).
- Los productos cocidos, se fabrican con ayuda del calor. En el caso del jamón York o el lacón, se trata de piezas enteras tratadas con salmuera y cocidas en moldes durante unas 10 horas, a 70 °C.
- También hay carnes picadas o pastas de carne como las salchichas de Frankfurt, fiambres como la mortadela o los chicharrones, morcillas, callos, etc.

Venegas, O. y Valladares, C. (2009), señalan que resulta complicado clasificar los productos cárnicos por su amplio surtido. Las clasificaciones de los productos cárnicos son diversas y se basan en criterios tales como los tipos de materias primas que los componen, la estructura de su masa, si están o no embutidos, si se someten o no a la acción del calor o algún otro proceso característico en su tecnología de elaboración, la forma del producto terminado, su durabilidad o cualquier otro criterio o nombres derivados de usos y costumbres tradicionales. Por lo que para facilitar su clasificación, los dividieron de acuerdo a la aplicación o no de un tratamiento térmico a los productos cárnicos:

- En los productos crudos generalmente se alcanzan cambios deseables de sus características organolépticas y una estabilidad y seguridad sanitaria satisfactoria por medio de los procesos de fermentación, secado o salado.
- En los productos tratados con calor junto con la modificación de sus propiedades organolépticas por medio de la cocción, el tratamiento térmico tiene como objetivo principal eliminar microorganismos e inactivar enzimas, lo cual es fundamental para la durabilidad, la calidad y la seguridad de los productos.

A partir de esta división inicial, los productos se distribuyen en subgrupos definidos sobre la base de características relevantes de su tecnología de elaboración.

a. Productos cárnicos crudos

Venegas, O. y Valladares, C. (2009), indican que los productos cárnicos crudos, son aquéllos sometidos a un proceso tecnológico que no incluye un tratamiento térmico, entre estos se tienen:

- Productos cárnicos crudos frescos. Son los productos crudos elaborados con carne y grasa molidas, con adición o no de subproductos y/o extensores y/o aditivos permitidos, embutidos o no, que pueden ser curados o no y ahumados o no. Incluyen: hamburguesas, longanizas, butifarra fresca de cerdo, picadillo extendido, masas crudas, bratwurst, mettwurst y otros.
- Productos cárnicos crudos fermentados. Son los productos crudos elaborados con carne y grasa molidas o picadas o piezas de carne íntegras, embutidos o no que se someten a un proceso de maduración que le confiere sus características organolépticas y conservabilidad, con la adición o no de cultivos iniciadores y aditivos permitidos, pudiendo ser curados o no, secados o no y ahumados o no. Incluyen: chorizos, salamis, pastas untables, jamón crudo, salchichones y tocinetas crudos fermentados, sobreasada, pepperoni, cervelat y otros.
- Productos cárnicos crudos salados. Son los productos crudos elaborados con piezas de carne o subproductos y conservados por medio de un proceso de salado, pudiendo ser curados o no, ahumados o no y secados o no. Incluyen: menudos salados, tocino, tasajo.

b. Productos cárnicos tratados con calor

<http://www.uam.es>. (2010), reporta que los productos cárnicos tratados por el calor, son los preparados esencialmente con carnes y/o despojos comestibles de

una o varias especies de animales de abasto, aves y caza autorizados, que llevan incorporados condimentos, especias y aditivos y que se han sometido en su fabricación a la acción del calor alcanzando en su punto crítico una temperatura suficiente para lograr la coagulación total o parcial de las proteínas cárnicas y, opcionalmente ahumado o madurado.

Venegas, O. y Valladares, C. (2009), sostienen que los productos cárnicos tratados con calor, son los que durante su elaboración han sido sometidos a algún tipo de tratamiento térmico; y entre estos se pueden anotar los siguientes:

- Productos cárnicos embutidos y moldeados. Son aquéllos elaborados con un tipo de carne o una mezcla de 2 o más carnes y grasa, molidas y/o picadas, crudas o cocinadas, con adición o no de subproductos y/o extensores y/o aditivos permitidos, colocados en tripas naturales o artificiales o moldes y que se someten a uno o más de los tratamientos de curado, secado, ahumado y cocción.
- Piezas íntegras curadas y ahumadas. Son los productos cárnicos elaborados con piezas anatómicas íntegras y aditivos permitidos, con adición o no de extensores, en los que los procesos de ahumado, curado y cocción tienen un papel principal. Incluyen: jamones, tocineta, lomo ahumado, lacón y otros.
- Productos cárnicos semielaborados. Son los elaborados con carne molida o picada o en piezas, con adición o no de tejido graso, subproductos, extensores y aditivos permitidos, que han recibido un tratamiento térmico durante su elaboración, pero que necesitan ser cocinados para consumirlos. Incluyen: croquetas, productos reconstituidos ("reestructurados"), productos conformados ("palitos" de carne, "nuggets", otros productos empanados) y productos semicocidos.
- Conservas cárnicas. Son la carne o los productos cárnicos que se tratan adecuadamente con calor en envases cerrados, herméticos, que pueden ser latas, pomos, tripas artificiales o bolsas de materiales flexibles y que pueden ser almacenados por un largo tiempo. Las conservas pueden elaborarse con

carne y/o subproductos, con la adición o no de tejidos grasos, extensores y aditivos permitidos. Las llamadas conservas tropicales pueden además incluir pastas alimenticias u otros productos de origen vegetal como salsas, hortalizas, granos de cereales o leguminosas.

- Semiconservas cárnicas. Son aquéllas que se someten a un proceso de pasteurización y que generalmente tienen una durabilidad de 6 meses almacenadas por debajo de 5 °C.
- Tres-cuartos conservas cárnicas. Son aquéllas que reciben un tratamiento de esterilización a temperaturas entre 106 y 112 °C. Generalmente tienen una durabilidad de 1 año almacenadas por debajo de 10 °C.
- Productos cárnicos autoestables. Son aquéllos que reciben un tratamiento térmico moderado en combinación con otros factores de conservación, regulados apropiadamente, como la actividad de agua, el pH, el potencial redox y el contenido de nitrito u otros conservantes. Estos productos generalmente se conservan hasta 1 año sin refrigeración. Incluyen: diversos tipos de embutidos, productos en salsas, pastas untables y otros.

B. ADITIVOS ALIMENTARIOS

<http://es.joseplagares.com>. (2010), reporta que los aditivos e ingredientes auxiliares de fabricación desempeñan un papel muy importante en la industria alimentaria actual. Su uso no es reciente, sino que se remonta a muchos años de antigüedad y se ha ido desarrollando al mismo tiempo que la elaboración de los alimentos se industrializaba. Los aditivos e ingredientes tienen un papel fundamental a la hora de mantener las cualidades y características de los alimentos y son necesarios para que éstos puedan seguir siendo seguros, nutritivos y atractivos para los consumidores. La utilización y dosis de los aditivos e ingredientes, así como su declaración en la etiqueta del producto suele estar regulada por los organismos competentes de cada país para ofrecer seguridad e información al consumidor.

1. Definición

En <http://www.sepeap.org>. (2010), se indica que el Codex Alimentarius Mundi, define como aditivo alimentario cualquier sustancia que normalmente no se consume como alimento ni se utiliza como ingrediente característico del mismo, cuya adición al alimento debe ser intencionada y con una finalidad tecnológica en su fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o conservación, sin que el aditivo o sus derivados den o puedan dar lugar (directa o indirectamente), a ser un componente de dichos alimentos o afecten sus características. El aditivo no comprende los contaminantes ni las sustancias añadidas a los alimentos para mejorar sus características nutricionales.

De igual manera, señala que el Código Alimentario Español considera como aditivos todas aquellas sustancias que se añaden intencionadamente a los alimentos y bebidas, sin el propósito de cambiar su valor nutritivo, con la finalidad de modificar sus caracteres, técnicas de elaboración o conservación o para mejorar su adaptación al uso a que son destinados. Los aditivos pueden obtenerse a partir de compuestos naturales o de moléculas artificiales. La naturaleza química de los aditivos es muy variable y estos pueden ser haptenos de bajo peso molecular, polisacáridos, grasas complejas, pequeños péptidos y proteínas. En la actualidad existen 4.000 tipos de aditivos en el mercado.

2. Clasificación de los aditivos

La clasificación de los aditivos según <http://www.sepeap.org>. (2010), es la siguiente:

- Colorantes.
- Conservantes.
- Antioxidantes.
- Agentes emulsificantes, estabilizantes, espesantes y gelificantes.
- Agentes antiaglomerantes.
- Agentes de recubrimiento.

- Estructurantes de textura.
- Agentes aromatizantes y potenciadores de sabor.
- Gasificantes.
- Endurecedores.
- Aditivos con efecto nutricional particular.
- Aditivos para goma de mascar.

3. Usos de los aditivos alimentarios

<http://www.sepeap.org>. (2010), indica que el empleo de un aditivo alimentario solo podrá contemplarse, una vez probado que el uso propuesto del aditivo reporta al consumidor ventajas demostrables. En otros términos, conviene hacer la prueba de lo que se llama comúnmente una necesidad. El uso de aditivos alimentarios debería responder a los objetivos siguientes:

- Conservar la calidad nutritiva de los alimentos.
- Suministrar los ingredientes o constituyentes necesarios para productos alimenticios fabricados para grupos de consumidores que tengan necesidades nutritivas especiales.
- Aumentar la conservación o la estabilidad de un alimento o mejorar sus propiedades organolépticas, siempre que no se altere la naturaleza, la sustancia o la calidad del alimento de una manera que pueda engañar al consumidor.
- Ayudar a la fabricación, transformación, preparación, tratamiento, envase o almacenamiento de los alimentos siempre que no se utilice el aditivo para disimular los efectos del uso de materias primas defectuosas o métodos indeseables a lo largo de cualquiera de dichas actividades.

C. EL JAMÓN

1. Definición

<http://es.wikipedia.org>. (2010), indica que el jamón (o anca, pernil, pierna), es el nombre genérico del producto obtenido de las patas traseras del cerdo, salado en

crudo y curado de forma natural. Las patas delanteras del cerdo, pese a tener un proceso idéntico de elaboración, reciben el nombre de paleta, o paletilla. Si bien la paleta y el jamón de un mismo cerdo presentan un sabor muy parecido, es cierto que entre ambos hay detalles sutiles que los diferencian: así, la paleta suele ser más aromática y su sabor ligeramente más dulce, aunque no por ello se pueda decir que el jamón tenga mejor sabor.

Además, la paleta ibérica pesa entre 4 y 6 kilos y parte de ellos es hueso, el jamón ibérico pesa entre 6 y 9.5 kilos con menor proporción de hueso, y esto hace que la paleta sea más económica. Ésta es la diferencia que se traduce más directamente en el precio, ya que presenta un menor rendimiento comparado con jamón ibérico, y para compensarlo se le rebaja el precio.

2. Tipos de jamones

En <http://www.fao.org>. (2006), se indica que además del jamón cocido de pierna existen otros productos semejantes en su proceso de elaboración que usan otras partes del cerdo, recortes con un 30 % de grasa aproximadamente. Asimismo se usan ingredientes de relleno tales como almidones de trigo, maíz y yuca y proteína de soya, todo esto con el fin de vender jamones más económicos.

a. Jamones cocidos

<http://www.revistalabarra.com.co>. (2010), señala que en los jamones cocidos su principal característica es que son productos elaborados con músculos enteros de animales; el más conocido es el de carne de cerdo, especialmente elaborado con sus perniles. Un buen jamón cocido se reconoce por su color rosado característico que es producto de las reacciones de curado; este es un rosado suave (un rosado intenso o casi rojo, da idea del uso de otras carnes diferentes o colorantes en el producto). Al tomar una tajada de jamón se recomienda verla a trasluz y observar los trozos cárnicos y las uniones entre carnes. Un jamón calidad Premium debe mostrar en la totalidad de su superficie trozos cárnicos, con un mínimo o nulo extendido entre carnes; un jamón económico no dejará apreciar claramente las carnes y sólo se verán trozos muy pequeños y mucho extendido.

En jamones de otras especies es importante mirar los trozos cárnicos visibles pero el color ya varía; en el Jamón de Pollo y de Pavo, cuando se hace con carnes blancas (pechugas), su color predominante es el blanco.

b. Jamones madurados

Los jamones madurados según <http://www.revistalabarra.com.co>. (2010), son perniles de cerdo salados y madurados en varios meses, típicos de países como España, Francia e Italia; éstos tienen características de calidad muy diferentes a las de los jamones cocidos, su calidad y características específicas, de acuerdo a la zona de elaboración, hace que difieran mucho entre regiones. El tiempo de maduración da también una idea de la calidad, se llaman "jamones jóvenes" a aquellos madurados con menos de 9 meses; "jamones calidad plata" a aquellos madurados entre 9 y 11 meses; "jamones madurados calidad oro" a aquellos que tienen un periodo de maduración entre 11 y 14 meses; "calidad platino" a aquellos con más de 14 meses de maduración; y "gran reserva" a jamones con 18 o más meses de maduración. Tienen color del rosa al rojo púrpura y aspecto al corte con grasa infiltrada en la masa muscular, su sabor es delicado a carne con notas saladas predominantes o dulces y aromas agradables y característicos de acuerdo a la región.

c. Jamón de espalda o paleta cocida

<http://www.uam.es>. (2010), señala que el jamón de espalda o paleta cocida, es el producto preparado con piezas de carne identificables, correspondientes al despiece total o parcial de los miembros delanteros del cerdo, sometido a un tratamiento térmico suficiente para lograr la coagulación de las proteínas cárnicas.

3. Valor nutritivo

<http://members.wto.org>. (2009), indica que en la Norma Dominicana NORDOM 322, para carnes y productos cárnicos, el jamón, cualquiera que sea su clase y tipo, debe tener los porcentajes de composición consignados en el cuadro 1.

Cuadro 1. REQUISITOS FÍSICO QUÍMICOS PARA JAMONES (CLASIFICADO ACORDE CON EL PORCENTAJE DE PROTEÍNA).

Requisitos	Primium (1)	Grado 2	Grado 3	Grado 4	Grado 5
Humedad, %	70-76	69-78	71-78	60-72	56-67
Proteínas, %	15-21	13-19	11-15	9-14	7-12
Grasa, %	< 7	< 6	< 6	< 16	< 19
Ceniza, %	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4
Nitritos, ppm	< 150	< 150	< 150	< 150	< 150

Fuente: <http://members.wto.org>. (2009).

4. Proceso de elaboración

<http://www.fao.org>. (2006), reporta que en la elaboración de jamón, el principio de conservación radica en el curado de la carne con salmuera, donde la sal sustituye a la humedad en los tejidos mediante un proceso de ósmosis. La concentración de sal que se establece inhibe el crecimiento y multiplicación de microorganismos, resistiendo solamente los halófilos (sal-tolerantes), que son capaces de mantener su actividad y contribuir en el proceso de curado.

<http://www.uam.es>. (2010), indica que la composición de la salmuera que puede ser utilizada como referencia se reporta en el cuadro 2, a la misma que se le pueden añadir otros productos como: nitrato sódico o potásico, nitrito sódico o potásico y eritorbato sódico. Se considera que el efecto de la sal es óptimo cuando su concentración es aproximadamente un 2,4% en el producto terminado

Cuadro 2. COMPOSICIÓN DE LA SALMUERA PARA LA INYECCIÓN EN JAMONES COCIDOS.

Ingredientes	Porcentaje
Fosfatos	3,0
Sacarina	0,025
Sal	14,5
Azúcar	3,0
Agua/hielo	79,3

Fuente: <http://www.uam.es>. (2010).

De acuerdo a <http://www.gastronomiavasca.net>. (2010), el proceso de elaboración del jamón cocido es el siguiente:

- .
- Elección de la materia prima, se seleccionan piezas sanas y uniformes, frescas y con un PH entre 5,8 y 6,2.
- A continuación se realiza el deshuesado pero sin separar del todo las piezas que componen el jamón.
- Después se pasa a la limpieza que incluye el desgrasado y la retirada de todos los nervios, huesecillos y cartílagos de la pieza, poniendo especial atención en el nervio de la contra.
- Una vez lista la pieza se prepara la salmuera mezclando bien todos sus ingredientes.
- Se procede al salado que se realiza por inyección, bien con una inyectora manual o mecánica.
- Una vez inyectadas las piezas se pasa al proceso de masajeado en el bombo de masajeado o en la amasadora, durante una hora y media cambiando el sentido de giro.
- Cuando el masajeado ha terminado se pone el jamón en cubetas y se pasa a la fase de reposo que dura de 2 a 3 días.
- Pasado el tiempo de reposo se realiza otra vez el masajeado igual que antes del reposo y seguidamente se introducen las piezas en los moldes de acero inoxidable previamente forrados de plástico.
- Se hace vacío a los moldes, se cierran y se cuecen en el horno de cocción o por inmersión. En el horno de cocción la temperatura será de 74/75° hasta que en el corazón de la pieza se alcancen los 70°.
- Una vez cocidos los jamones se enfrían lo más rápidamente posible, se dejan reposar en la cámara hasta el día siguiente.
- Se desmoldan y se envasan al vacío para su conservación.

Según <http://www.uam.es>. (2010), el proceso de elaboración del jamón de espalda o, paleta o paletilla, se resume en el cuadro 3.

Cuadro 3. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL JAMÓN DE ESPALDA, PALETA O PALETILLA.

Actividad	Características
Selección de la materia prima	pH de la pieza entre 5,5 y 6,2 Espesor de la cobertura de grasa entre 2 y 1,5 cm
Preparación de la materia prima	Descortezado, deshuesado, eliminación de cartílagos y ganglios linfáticos.
Inyección de la salmuera	Mediante la técnica de inyección con multiagujas o manualmente
Malaxado o masajeado	En bombos de malaxado. Sus finalidades son: distribución óptima de la salmuera; ablandamiento de los músculos; extracción de las proteínas, e incremento de color
Puesta en moldes	
Cocción	Se consigue la coagulación de las proteínas. Se produce en agua, el tiempo necesario para que en el interior de la pieza se alcancen los 68°C
Enfriamiento	Normalmente con agua, hasta que se alcanzan aprox. 50°C
Desmoldado	
Reenvasado	Empaques para su comercialización

Fuente: <http://www.uam.es>. (2010).

5. Características sensoriales del jamón

Según Abadie, M. (2006), la consistencia de un jamón debe ser firme y compacta al tacto. Las dimensiones del jamón pueden ser variables. El aspecto externo apropiado debe ser consistente, liso, regular, sin grietas ni hundimientos ostensibles, pudiendo ir recubierta por una capa de gelificantes u otras materias primas autorizadas. El producto debe ser apropiado para poder cortarse en lonchas y que presenten una buena firmeza, ligazón suficientes y que éstas exhiban un color sonrosado. Debe carecer de grasa añadida y gelificantes

ostensibles en su interior. Su olor y sabor estarán en función de los condimentos y especias utilizadas.

De acuerdo a <http://www.ocu.org>. (2009), un buen jamón cocido presenta las siguientes características:

- El borde de grasa debe ser grueso y estar bien adherido al jamón, nunca fino o inexistente, ni deshecho o despegado.
- El corte debe descubrir la estructura natural de la carne; si no se aprecia, el producto tendrá mucha agua e ingredientes de relleno.
- Si el jamón está muy húmedo y transpira superficialmente, tendrá un exceso de agua añadida (cobrada a precio de jamón).
- Una textura con pequeños agujeritos es señal de una mala calidad higiénica o de un exceso de azúcar.
- Un color rojo intenso es señal del uso de nitritos; un reflejo verdoso, de fosfatos.

a. Sabor

El sabor necesita tiempo para desarrollarse pero con buenos saborizantes puede llegar a obtenerse un buen aroma y sabor. En productos con inyecciones muy bajas y de alta calidad, maduraciones muy aceleradas pueden representar un problema, pero para la mayoría de los productos cárnicos del mundo se puede compensar con aditivos (Xargayó, M. y Lagares, J. 2008).

b. Textura

El tiempo más o menos dilatado de la fase de maduración influye definitivamente en la textura y corte del producto cárnico terminado. Para productos de alto rendimiento, maduraciones aceleradas por la vía mecánica influirán poco en dicho parámetro. Por el contrario, para productos de alta - media calidad prescindir de dicha fase de maduración puede afectar dichas variables (Xargayó, M. y Lagares, J. 2008).

c. Color

El color, quizás sea el punto más crítico aportado por la fase de maduración. El desarrollo del color se realiza a través de reacciones químicas entre el nitrito y la mioglobina de la carne. El nitrito se transforma en óxido nítrico (reacción acelerada por la presencia de agentes reductores como el ascorbato sódico), que reacciona con la mioglobina para formar nitrosomioglobina, la cual se descompondrá en globina y nitrosomicrocromógeno, verdadero responsable del color rosado característico del jamón cocido. No hace falta mencionar que un masaje fuerte y eficaz favorecerá la aceleración de estas reacciones porque la salmuera se distribuirá más rápida y uniformemente, con lo cual los aditivos responsables del desarrollo del color podrán reaccionar con la mioglobina de forma más eficaz. Pero a pesar de todo ello, estas reacciones precisan de un cierto tiempo y solamente se pueden acelerar aumentando la temperatura. Esta opción no es muy recomendable por los problemas microbiológicos que puede conllevar, pero sí que es posible realizar combinaciones de temperatura que puedan aumentar la velocidad de las reacciones químicas sin poner en peligro la seguridad microbiológica del producto terminado. En algunos casos y en productos determinados se ha logrado ya obtener un color aceptable sin tener que realizar maduraciones excesivamente largas (Xargayó, M. y Lagares, J. 2008).

6. Calidad microbiológica

De acuerdo a <http://www.revistalabarra.com.co>. (2010), la calidad microbiológica es reflejo de los controles de inocuidad y buenas prácticas de manufactura del proveedor. Siendo importante también la actividad de agua (a_w), ya que los microorganismos requieren agua para vivir, la disponibilidad de agua no depende solo del contenido de agua del ambiente, ya que varias sustancias sólidas y superficies son capaces de absorber moléculas de agua más o menos fuertemente volviéndola indisponible para los microorganismos.

Los principales factores causantes de alteraciones en la carne son el crecimiento de microorganismos, la actividad enzimática y la oxidación de las grasas (<http://www.carbueros.com>. 2010).

<http://www.minsa.gob.ni>. (2006), señala que el jamón curado cocido, para que se considere apto para el consumo debe presentar cargas microbiológicas menores a las que se reportan en el cuadro 4.

Cuadro 4. CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL JAMÓN CURADO COCIDO.

Determinaciones	Criterios Microbiológicos
Coliformes Totales (NMP-UFC/g)	< 100
Coliformes Fecales (NMP/g)	≤ 3
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	≤100
<i>Salmonella spp</i>	Ausencia en 25g
<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	≤ 10
Clostridium	≤103

Fuente: <http://www.minsa.gob.ni>. (2006).

<http://members.wto.org>. (2009), indica que en la Norma Dominicana NORDOM 322, para carnes y productos cárnicos, el jamón, debe cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en el cuadro 5.

Cuadro 5. ESPECIFICACIONES MICROBIOLÓGICAS PARA EL JAMÓN.

Tipo de microorganismos	Limites máximos
Microorganismo aerobios mesófilos/g	104 UFC
<i>Escherichia coli</i> /g	Ausentes
Levaduras y hongos/g	102 UFC
<i>Clostridium perfringens</i> /g	10 UFC
<i>Staphylococcus aureus</i> /g	<102 UFC
Salmonella	Ausente

Fuente: <http://members.wto.org>. (2009).

D. INGREDIENTES Y ADITIVOS QUE SE UTILIZAN EN LA ELABORACIÓN DEL JAMÓN COCIDO

Se ha hecho una diferenciación de los constituyentes del jamón cocido entre

ingredientes y aditivos. Cuando se habla de ingredientes se refieren a aquellos constituyentes presentes en la naturaleza y que son consumidos habitualmente dentro de una dieta normal, mientras que se entiende por aditivos toda sustancia no consumida normalmente que es adicionada intencionadamente con fines tecnológicos u organolépticos. A pesar de que existen abundantes textos sobre aditivos e ingredientes alimentarios en general, pocos son los que dedican una especial atención a describir cuales de estos productos son útiles y en que forma deben usarse en la fabricación de jamón cocido (<http://www.nutrer.com.mx> 2004).

1. Ingredientes

a. **Carne**

La carne usada en la preparación de productos cocidos de músculo entero, será pulpa de jamón o paleta, con o sin hueso, con o sin piel y con distintos niveles de limpieza de grasa, nervios y tendones que dependerán del tipo de producto que se pretenda hacer y de los gustos de los consumidores de cada país. La preparación de la carne variará mucho según el objetivo que se persiga, yendo desde el jamón con hueso y piel sin ningún tipo de pulido interior hasta el producto completamente despiezado en músculos separados o incluso troceados, completamente limpios de grasa, tendones y nervios (<http://www.metalquimia.com>. 2009).

b. **Agua**

En la mayoría de los jamones cocidos, el segundo ingrediente en importancia es el agua añadida. El agua de preparación de salmueras debe cumplir con una serie de requisitos:

- En primer lugar, debe ser agua de alta calidad química, higiénica y sanitaria dado el uso alimentario al que va a ser destinada.
- Des del punto de vista tecnológico, el agua debe ser lo más blanda posible (libre de iones Ca^{2+} , Mg^{2+} y metales pesados).

- Conocer el grado de dureza del agua que va ser usada es muy importante ya que una concentración alta de iones puede afectar negativamente la capacidad de retención de agua del producto final. Por otra parte, la presencia en solución de sales de hierro, cobre y otros metales, además de riesgos toxicológicos, puede destruir parcialmente el ascorbato, presente en la salmuera como antioxidante, como veremos más adelante, afectando a la estabilidad del color del producto final.

c. Sal

La sal común o cloruro sódico se viene usando desde tiempos remotos en el procesado de carne, gracias a su capacidad de reducir la actividad de agua, facilitando así su conservación, además de contribuir a la sapidez. Actualmente, se usa en jamón cocido en concentraciones que oscilan en torno al 2% y su uso se restringe únicamente en productos dietéticos en los que se proclama un bajo contenido en sodio. En el caso del jamón cocido dietético, la sal se sustituye parcialmente por cloruro potásico, producto con parecida capacidad depresora de la actividad de agua, pero que da al jamón un sabor acre y metálico que debe ser contrarrestado con aromatizantes, habiéndose utilizado con este objeto el jugo de piña, con un éxito remarcable (<http://www.metalquimia.com>. 2009).

d. Azúcares

Los oligosacáridos o azúcares se usan en el jamón cocido básicamente como depresores de la actividad de agua, si bien tienen también un efecto importante sobre la sapidez del producto. Los azúcares se suelen usar en forma de mezclas de distinta composición según los efectos buscados en el producto terminado. Se resumen a continuación las propiedades funcionales y efectos de los azúcares de uso corriente en la fabricación de jamón cocido (<http://www.metalquimia.com>. 2009).

e. Proteínas

Las proteínas e hidrolizados son usados en jamón cocido por dos razones: Para

incrementar el contenido proteico del producto terminado y por su capacidad para retener agua. Su uso está limitado legislativamente y por el sabor que pueden conferir al producto. Como proteínas funcionales, las más usadas en la fabricación de jamón cocido son: lactosueros, lactoalbúminas, caseinatos, Proteínas de sangre como el Plasma, Proteínas de colágeno, Proteínas de huevo como las ovoalbúminas y las proteínas vegetales entre las que destacan las proteínas de soja (<http://www.metalquimia.com>. 2009).

f. Féculas

En productos de alto rendimiento se usan para la retención de agua almidones y féculas. Estos productos, que suelen ser utilizados en jamón cocido sin modificaciones químicas, son polisacáridos que gelifican por acción del calor formando una trama tridimensional que retiene abundantes cantidades de agua. La mayoría de almidones gelifican a temperaturas entre 65 y 75°C, siendo la temperatura de gelificación dependiente también del tamaño de partícula que presenten. Los más usados son los almidones de trigo, patata, maíz y mandioca (<http://www.metalquimia.com>. 2009).

g. Saborizantes

Los últimos ingredientes usados en la fabricación de jamón cocido son los saborizantes. Los tipos de saborizantes usados son muy variados e incluyen licores y vinos, jugos de frutas, hidrolizados de proteína vegetal, condensados de Maillard, oleoresinas de especias naturales, infusiones de especias, verduras y frutas, extractos de humo, etc. (<http://www.metalquimia.com>. 2009).

2. Aditivos

a. Nitritos

Aunque de acción básicamente conservadora, varios son los efectos del nitrito en el jamón cocido. El nitrito no actúa sobre la carne como tal, sino que la principal responsable de los efectos producidos es la molécula de óxido nítrico, que es

sumamente reactivo y reacciona parcialmente con la mioglobina formando nitrosomioglobina, pigmento responsable del característico color rosado del jamón cocido. Parte reacciona con las proteínas musculares y con las grasas. Otra parte reacciona con los aditivos antioxidantes, especialmente con ascorbato y eritorbato. La proporción de óxido nítrico que se descompone sin intervenir directamente en la formación de color, puede variar según las características de la salmuera empleada y las condiciones de proceso, entre otros factores. Esta descomposición obliga a adicionar al producto niveles de 125 hasta 250 ppm de nitrito, según el tipo de jamón de que se trate, a fin de garantizar una buena estabilidad del color (<http://www.metalquimia.com>. 2009).

Desde el punto de vista de su efecto conservante, los mecanismos de acción del nitrito no están muy claras, si bien está demostrado su efecto bacteriostático sobre enterobacterias, *Clostridium perfringens* y *Staphylococcus aureus*, siendo especialmente letal para el *Clostridium botulinum*. Al ser este microorganismo muy resistente al tratamiento térmico, la adición de nitrito se convierte prácticamente en el único medio para evitar la transmisión del botulismo a través de productos cárnicos.

b. Nitratos

El nitrato potásico fue el primer agente nitrificante usado en la fabricación de salazones de productos cárnicos. El nitrato como tal no tiene acción nitrificante sobre la carne, sino que sus efectos son debidos a su transformación en nitritos por acción de las nitrato-reductasas, enzimas producidos por lactobacilos y enterobacterias, entre otros. Muy discutida ha sido su utilización en el jamón cocido, ya que con la cocción, el nivel de bacterias formadoras de nitrato-reductasas queda reducido a niveles muy bajos y, por otro lado, los tiempos de maduración antes de cocción suelen ser muy cortos, 72 horas a lo sumo, con lo cual la conversión de nitrato a nitrito es pequeña. En cualquier caso, la cocción destruye gran parte de la flora bacteriana, aunque no toda, manteniéndose un mínimo nivel de formación de nitritos a partir de nitratos, que suponen un aporte progresivo muy importante durante la vida útil del producto. Este nitrito de nueva formación, permite una cierta regeneración del pigmento contribuyendo a la es-

tabilidad del color, por lo que es una practica habitual en la fabricación de jamón cocido la curación mixta con mezclas de nitrato y nitrito, usándose el nitrato a niveles que oscilan entre las 75 y 150 ppm (<http://www.nutrер.com.mx> 2004).

c. Conservantes

El uso de conservantes forma parte de los primeros métodos de conservación utilizados, pero gracias a los avances en los tratamientos térmicos, cadenas de refrigeración y mejores condiciones de fabricación, su necesidad se ha ido reduciendo y la mayoría de las legislaciones son muy restrictivas al respecto. En algunos países aun siguen utilizándose como conservantes sales del acido sórbico o benzoico. Los sorbatos, básicamente sorbato potásico, son poco efectivos a los pH normales del jamón cocido. Son buenos inhibidores del crecimiento de mohos, pero su efectividad es mucho menor con levaduras y bacterias. Los benzoatos son aun menos eficaces que los sorbatos, ya que su única forma activa es el acido benzoico, presente de manera significativa únicamente a pH inferiores a 4. De hecho, tanto sorbatos como benzoatos tienen una utilidad muy dudosa en la fabricación de jamón cocido, a pesar de que se sigan utilizando en muchos lugares, tal vez por razones históricas (<http://www.nutrер.com.mx> 2004).

Debido a la creciente demanda de los consumidores por productos menos industrializados, más naturales y saludables, se ha investigado mucho sobre la utilización de nuevas sustancias como los extractos de plantas y los aceites esenciales. Estas sustancias procedentes de plantas, hierbas y vegetales, contienen principios activos que se caracterizan por sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes (<http://www.metalquimia.com>. 2009).

d. Antioxidantes

De acuerdo a <http://www.nutrер.com.mx> (2004), de todos los antioxidantes permitidos en las diferentes legislaciones para jamón cocido los que se usan universalmente son el L-ascorbato de sodio y su isómero óptico el eritorbato sódico. De ellos, el primero esta aceptado en todas las legislaciones mientras que

el segundo no está autorizado en algunos países. El argumento esgrimido es que el primero es un producto habitual en nuestra dieta como vitamina C o ácido ascórbico, mientras que el segundo no, teniendo una acción vitamínica únicamente del 5% de la que presenta el ascorbato. En cualquier caso, la acción tecnológica de ambos productos es idéntica, por lo que todas las propiedades y funciones descritas sobre el ascorbato son perfectamente aplicables al eritorbato, siendo la diferencia básica el precio más económico de este último. El ascorbato sódico tiene tres funciones básicas en su aplicación a la fabricación de jamón cocido, las cuales derivan de su comportamiento químico como potente reductor:

- En primer lugar, destaca su actuación como tal reductor frente al nitrito. El ascorbato reduce el nitrito a óxido nítrico facilitando la formación de nitrosomioglobina y, por tanto, acelerando la formación del color rosado.
- En segundo lugar, el ascorbato contribuye decisivamente a la estabilidad del color en el producto terminado. Esto puede atribuirse a sus propiedades reductoras (efecto antioxidante), que inhiben la formación de radicales peróxido en la superficie, por acción de la luz ultravioleta y el oxígeno del aire.
- Por último, contribuye también a evitar la formación de las nitrosaminas cancerígenas, bloqueando la formación de agentes nitrosantes (N_2O_3), a partir del óxido nítrico.

e. Fosfatos

Los fosfatos cumplen en el jamón cocido básicamente dos funciones, por un lado aumentan de forma espectacular la capacidad de retención de agua y por el otro favorecen la solubilización y extracción de proteínas miofibrilares, responsables de la ligazón intermuscular que presenta el jamón cocido. Los mecanismos de acción de los fosfatos conocidos en la actualidad, son insuficientes para explicar los espectaculares efectos producidos. Las cadenas polipeptídicas de proteínas están unidas en sus estructuras terciaria y cuaternaria por enlaces electrostáticos, puentes de hidrógeno, puentes disulfuro y puentes formados por cationes divalentes, especialmente calcio y magnesio. En cuanto al tipo de fosfatos a utilizar, parece aceptado que la acción de los fosfatos se produce únicamente cuando están en forma de pirofosfato (difosfato). La elevada insolubilidad en agua

de este producto (aumentada en las condiciones de salinidad de la salmuera), hace que normalmente en jamón cocido se usen mezclas de tripolifosfato, pirofosfato y hexametafosfato (<http://www.metalquimia.com>. 2009).

f. **Espesantes, gelificantes y estabilizantes**

<http://www.alimentacion-sana.com.ar>. (2010), manifiesta que los espesantes y gelificantes alimentarios, a veces, llamados gomas hidrosolubles o hidrocoloides, son macromoléculas que se disuelven o dispersan fácilmente en el agua para producir un aumento muy grande de la viscosidad y en ciertos casos, un efecto gelificante. Según su origen, se distinguen los que se reportan en el cuadro 6.

Cuadro 6. CLASIFICACIÓN DE LOS ESPESANTES, GELIFICANTES Y ESTABILIZANTES DE ACUERDO A SU ORIGEN.

Origen	Tipo
Extractos de algas	Alginatos
	Carragenina
	Agar-agar
	Furcellaranas
Extractos de semillas	Goma guar
	Garrofín
Exudados de plantas	Goma arábica
	Goma tragacanto
	Goma karaya
Extractos de subproductos vegetales	Pectinas
Exudados de microorganismos	Goma xantan
Derivados de la celulosa	Metil celulosa
	Carboximetilcelulosa
Animal	Gelatina

Fuente: <http://www.alimentacion-sana.com.ar>. (2010).

<http://www.nutrer.com.mx> (2004), reporta que tanto carragenatos como alginatos son extractos de algas. Los carragenatos (procedentes de algas rojas), son polisacáridos formados por cadenas lineales de galactosa con diversos grados de sulfatación que determinan distintas fracciones (Kappa-, Lambda- y Iota-carragenatos). Los alginatos, son extractos de algas pardas, químicamente son polisacáridos formados por cadenas lineales de ácidos D-Manurónico y L-Gulurónico. Los más usados en la fabricación de jamón cocido son los carragenatos. Las mezclas comerciales suelen estar constituidas por distintas proporciones de las tres fracciones Kappa, Lambda y Iota, complementadas con pequeñas proporciones de gomas y alguna sal, normalmente cloruro potásico. Según la composición varían las propiedades de estas mezclas y, por tanto, sus aplicaciones. Algunas mezclas tienen una viscosidad potenciada a fin de poder usarse como espesantes de salmuera.

En otras mezclas se busca el efecto contrario, es decir, que incrementen lo mínimo posible la viscosidad de la salmuera a fin de aprovechar la capacidad de retención de agua de los carragenatos (efecto estabilizante), sin ocasionar daños a la estructura muscular del jamón. Estas últimas suelen ser indicadas para productos de una cierta calidad en los que la inyección de salmuera excesivamente viscosas conduce a la formación de depósitos de salmuera entre las fibras musculares, depósitos que no se consiguen repartir con la acción mecánica del masaje y que aparecen en el producto terminado en forma de gelificaciones transparentes entre las fibras abiertas (<http://www.metalquimia.com>. 2009).

g. Potenciadores del sabor

Los potenciadores del sabor son sustancias que, sin modificar el sabor propio del producto, exaltan la percepción olfato-gustativa de este sabor. El mecanismo por el que se produce este fenómeno no está nada claro. Por un lado parece ser que actúan directamente sobre las terminaciones nerviosas haciéndolas especialmente sensibles a los sabores, pero por otro lado se puede comprobar que no tienen efecto alguno sobre los cuatro sabores de base (dulce, salado, ácido y amargo). El más universalmente utilizado es el glutamate monosódico,

producido industrialmente por fermentación de melazas. En el jamón cocido se usa en dosis que oscilan entre 0,2 y 1 g/kg de producto terminado (<http://www.nutrer.com.mx> 2004).

E. CARRAGENINAS

1. Definición e importancia

<http://www.profeco.gob.mx>. (2001), señala que las carrageninas son un grupo de carbohidratos que está presente en la estructura de algunas variedades de algas rojas. La capacidad gelificante de las carrageninas permite obtener una gran variedad de texturas, aunque son menos nutritivas al carecer de proteínas. Estos productos son estables a temperatura ambiente y para su elaboración no requieren refrigeración.

Bustos, E. (2008), manifiesta que las carrageninas son coloides que forman parte de los tejidos de las algas rojas y que se usan como agentes espesantes o gelificantes, principalmente en la industria química y de los alimentos. Actualmente, estos productos son extraídos de algas que habitan el litoral, como las algas roja y negra.

Castelli, M. (2009), indica que el término carragenina es utilizado para nombrar una clase de poligalactanos extraídos de algas rojas. Son polisacáridos lineales conformados por unidades alternadas de galactosa. Las moléculas de galactosa poseen grupos sulfato, la cantidad y distribución de los mismos determinará las características de los distintos tipos de carrageninas. Las carrageninas disponibles en el mercado se comercializan como sales de sodio, potasio o calcio, ya que esa es su forma estable. Se las puede clasificar en tres grupos principales, kappa, iota y lambda. Las principales diferencias entre ellas son que las kappa forman geles rígidos, las iota forman geles elásticos y las lambda no gelifican, forman sólo soluciones viscosas. Las dos primeras son solubles en agua caliente, mientras que la última es parcialmente soluble en agua fría y totalmente soluble en agua caliente.

García, A. (2009), manifiesta que los carragenanos, son polisacáridos fuertemente sulfatados, son sustancias coloides extraídas de ciertas algas marinas de la clase de las Rhodophyceae (algas rojas), como la *Gigartina acicularis*, *pistillata*, *radula* y *stellata*, *Iridea flaccida*, *Chondrus crispus* y *ocellatus*, *Hypnea musciformis* y *Euचेuma cottonii* o *spinossu*m. Los extractos de estas algas presentan propiedades diferenciadas según su contenido en elemento Kappa, responsables de la formación de geles firmes y rígidos, susceptibles de sinéresis y en elemento lambda, que juega un papel de espesante. Existen otros tres elementos de cualidades intermedias que son el iota, el mi y el un. Asociando estos diversos elementos, la industria alimentaria dispone de preparaciones comerciales que responden a las propiedades deseadas. El Iota favorece la formación de geles transparentes y suaves que no provocan contracción contrariamente al Kappa. El empleo de los carragenanos en cuanto estabilizantes, gelificantes y espesantes se hace sobre todo en preparaciones cocinadas sometidas a la esterilización o a la congelación.

Blanno, M. (2010), reporta que el origen botánico define como carrageninas el tipo de extractos o productos que pueden obtenerse a partir de las diferentes algas de la clase Rhodophyceae. Las principales especies utilizadas en la fabricación comercial de carrageninas son: *Euचेuma cottonii* y *Euचेuma spinosum*. Estas son algas de aproximadamente 50 cm de altura que crecen sobre roca en la zona de Filipinas e Indonesia. Debido a la talla del alga es posible el cosechado mecánico con lo que bajan los costos de obtención del producto terminado. La *Euचेuma cottonii* rinde carragenina Kappa mientras, la *Euचेuma spinosum* produce carragenina Iota.

2. Obtención

Vecchi, G. (2009), señala que las carrageninas se obtienen mediante extracción del tallo de algunas algas rojas que pueden encontrarse a lo largo de las costas del Océano Atlántico, y poseen diferentes formas estructurales indicadas respectivamente como carragenina kappa, iota, lambda.

Aquevedo, A. (2005), sostiene que las carrageninas, son polisacáridos sulfatados

obtenidos de algas marinas, que, dependiendo de su grado de sulfatación y posición de los carbonos sustituidos por los ésteres sulfatos, se distinguen diferentes fracciones, las kappa, iota y lambda carragenina. En el proceso de estabilización, las carrageninas forman un gel (kappa y iota), que retiene en su estructura las burbujas de aire y actúan como agente espesante, disminuyendo la movilidad de la fase líquida a través de su espesamiento

<http://www.alimentacion-sana.com.ar>. (2010), indica que el proceso de extracción para su producción industrial se basa en dos propiedades de la carragenina: su solubilidad en agua caliente y su insolubilidad en solventes orgánicos polares. En primer lugar, las algas se lavan y se trituran bajo condiciones alcalinas para promover la extracción total del polisacárido. Luego, el extracto acuoso caliente filtrado en presencia de tierra de diatomeas, se pasa a través de un cedazo bajo presión. Así se obtiene un jarabe transparente que contiene carragenina en solución. A continuación, se la precipita con alcohol en forma de fibras, permaneciendo las impurezas en solución. Se prensa el coágulo, se lo lava y seca por evaporación bajo presión. Finalmente, se lo muele hasta obtener un polvo fino o granulado insípido e inodoro, de color blanco a beige. Este proceso permite alcanzar un producto de alta pureza.

3. Propiedades

<http://www.cpkelco.com>. (2002), señala que los carragenatos gelifican reteniendo gran cantidad de agua en los geles que forman. La composición de la mezcla afecta de forma decisiva a las características del gel formado, afectando su dureza, flexibilidad, transparencia, color y contracción. Así, por ejemplo, la incorporación a la mezcla de cloruro potásico aumenta de forma notable la dureza del gel. Los carragenatos tienen también efectos sinérgicos con algunas gomas, como el garrofín, que aumenta mucho la capacidad de retención de agua de los geles de carragenato, disminuyendo también la contracción. Para esta función de retentores o retenedores de agua, los carragenatos suelen usarse a concentraciones entre 1 y 2 g/kg de producto terminado.

<http://catarina.udlap.mx>. (2009), reporta que la carragenina enfriada por debajo

del punto de gelificación es estable en los niveles de pH normalmente encontrados en los sistemas alimenticios; sin embargo, si se mantiene una temperatura elevada puede perder viscosidad a valores de pH por debajo de 4.3. A valores de pH moderadamente bajos, los geles son estables no así los soles, especialmente cuando son sometidos a altas temperaturas durante largos periodos de tiempo, dando como resultado la hidrólisis de la carrageninas, la cual provoca una disminución en la fuerza del gel.

a. Solubilidad

Porto, S. (2010), señala que las carrageninas presentan las siguientes condiciones de solubilidad:

- Todos los tipos de carragenina son solubles en agua caliente a temperaturas superiores a la temperatura de fusión del gel. El intervalo normal de temperaturas es de 40° a 70°C, dependiendo de la concentración y de la presencia de cationes.
- En agua fría, solamente son solubles la carragenina tipo lambda y las sales de sodio de los tipos kappa e iota. Las sales de potasio y calcio de las carrageninas kappa e iota no son solubles en agua fría pero exhiben expansión por hidratación considerable en función de la concentración, tipos de cationes presentes, temperatura del agua y condiciones de dispersión.
- Todos los tipos de carragenina son solubles en leche caliente, pero algunos tipos son intensamente afectados por iones de calcio. El enfriamiento tiende a gelificar la solución. La fuerza de gel y la consistencia dependen de la concentración de la solución y de la sensibilidad de la carragenina a los iones de calcio.
- La carragenina tipo lambda es soluble en leche fría debido a su insensibilidad a la presencia de iones de potasio y calcio. Las carrageninas kappa e iota son insolubles en leche fría, pero pueden ser utilizadas eficazmente para espesar o gelificar soluciones de leche fría cuando son usadas en conjunto con un fosfato tal como el pirofosfato tetrasódico (TSPP).
- Todos los tipos de carragenina son relativamente insolubles en soluciones concentradas de azúcar a temperatura ambiente. Sin embargo, las

carrageninas tipo kappa y lambda son solubles en soluciones con hasta 65% de azúcar a temperaturas superiores a 70° C. La carragenina tipo iota es de difícil disolución en soluciones concentradas de azúcar a cualquier temperatura.

- Las carrageninas iota y lambda son solubles en soluciones concentradas de sal a altas temperaturas (20% a 25% de cloruro de sodio). La carragenina kappa es insoluble.

b. Gelificación

Las soluciones calientes de carrageninas kappa e iota poseen la habilidad de formar geles termo reversibles a través de su enfriamiento. Este fenómeno ocurre debido a la formación de una estructura de doble hélice por los polímeros de la carragenina. A temperaturas superiores a la temperatura de fusión del gel, los polímeros de la carragenina existen en la solución como espirales aleatorias. Durante el enfriamiento de la solución, una red tridimensional de polímeros es formada, en la cual las hélices dobles constituyen los puntos de unión de las cadenas de polímero. El enfriamiento adicional causa la agregación de los puntos de unión para formar la estructura de gel tridimensional. La presencia de asas en la cadena, así como el número, tipo y posición de los grupos de éster sulfato tienen efectos importantes en las propiedades de gelificación. Ese mecanismo de gelificación es básico para las soluciones de carrageninas tipo kappa e iota. Las sales de potasio o calcio son necesarias para la obtención del gel en agua, pero no son necesarias en leche (Porto, S. 2010).

c. Textura

Las carrageninas kappa e iota forman gel en agua solamente en la presencia de ciertos cationes. La carragenina kappa es sensible al ion potasio y produce geles rígidos y quebradizos en soluciones acuosas con sales de potasio. El gel de carragenina kappa presenta sinéresis (extrusión espontánea de agua a través de la superficie del gel en reposo), y cuanto mayor la concentración de potasio en la solución mayor será la sinéresis. La carragenina iota es sensible al ion calcio y produce geles blandos y elásticos en soluciones acuosas con sales de calcio. La

carragenina iota no presenta sinéresis. La fuerza de gel es directamente proporcional a la concentración de carragenina y de sales. La concentración de cationes superior a un cierto límite implicará en la disminución de la fuerza de gel. El gel formado es termo reversible y puede ser sometido a ciclos de calentamiento y enfriamiento sin alteración considerable en la estructura del gel (pH neutro). Las temperaturas de gelificación y fusión del sol/gel dependen de la concentración de cationes. El aumento de la concentración de sales de potasio o calcio en soluciones acuosas resultará en el aumento de la temperatura de gelificación (Porto, S. 2010).

d. Viscosidad

La viscosidad de soluciones de carragenina debe ser determinada en condiciones donde no exista ninguna tendencia de gelificación de la solución. Cuando una solución caliente de carragenina es enfriada, la viscosidad aumenta gradualmente hasta que sea alcanzada la temperatura de gelificación. A medida que se inicia la formación del gel, hay un aumento repentino e intenso de la viscosidad. Por lo tanto, la medida de la viscosidad de las soluciones de carragenina debe ser determinada a temperaturas suficientemente altas (75° C), para evitar el efecto de la gelificación. La concentración de carragenina en la solución es en general de 1,5% en peso del volumen de agua. Las carrageninas disponibles comercialmente presentan en general viscosidades que varían de 5 a 800 cP medidas a 75° C en soluciones de 1,5% de carragenina. La viscosidad de soluciones de carragenina depende de la concentración, temperatura, presencia de otros solventes, tipo de carragenina y peso molecular. Mayor peso molecular, mayor concentración o disminución de la temperatura de la solución aumentan la viscosidad considerablemente (Porto, S. 2010).

e. Estabilidad

La solución de carragenina es bastante estable en los pH neutros o alcalinos. Pero, los pH bajos afectan su estabilidad, especialmente a altas temperaturas. La disminución del pH causa la hidrólisis del polímero de la carragenina, lo cual resulta en la disminución de la viscosidad y de la fuerza de gelificación. Sin

embargo, una vez formado el gel, aun en los pH bajos (3,5 a 4,0), no hay más ocurrencia de hidrólisis y el gel permanece estable. Para las aplicaciones prácticas, es importante estar atento a las limitaciones de la carragenina en medios ácidos (solución y gel). El procesamiento de las soluciones de carragenina con pH bajo a altas temperaturas durante un tiempo prolongado debe ser evitado (Porto, S. 2010).

f. Reactividad con proteínas

Una de las propiedades que diferencian la carragenina de otros hidrocoloides es su habilidad de interactuar con las proteínas de la leche. La alta reactividad se debe a la fuerte interacción electrostática entre los grupos de éster sulfatos negativamente cargados de la molécula de carragenina con la micela de caseína de la leche que posee regiones de fuerte carga positiva. Otra forma de interacción es a través de puentes entre grupos de éster sulfato de la carragenina con residuos carboxílicos de los aminoácidos que componen la proteína. Esta reactividad depende de muchos factores como concentración de carragenina, tipo de proteína, temperatura, pH y punto isoeléctrico de la proteína. Este fenómeno de interacción y reactividad de la carragenina con las proteínas en combinación con su habilidad de formar gel y retener agua la constituye en un ingrediente eficaz para la estabilización y gelificación de productos lácticos (Porto, S. 2010).

g. Interacción con otras gomas

La carragenina kappa presenta una sinergia en común con la goma de algarroba (LBG), en sistemas acuosos. El gel obtenido de la mixtura de carragenina con LBG presenta un considerable aumento de fuerza de gel, mejora en la capacidad de retención de agua, reducción de sinéresis y una alteración de la textura del gel de quebradiza para elástica. La carragenina iota presenta sinergia con los almidones. Un sistema que contenga una mixtura de carragenina iota y almidón presenta un aumento de viscosidad hasta 10 veces superior a la viscosidad de un sistema que contenga solamente el almidón. De esta forma, la carragenina iota se torna muy útil para la alteración de textura, paladar y propiedades de proceso de sistemas con base en almidón (Porto, S. 2010).

h. Tixotropía

A bajas concentraciones, los geles acuosos de carragenina iota poseen propiedades reológicas tixotrópicas. Esos geles pueden ser fluidificados por agitación o corte y vuelven a recuperar su forma de gel elástico después que paran los esfuerzos de agitación o corte. Esta propiedad tixotrópica es especialmente útil para suspender partículas insolubles como especies en salsas para ensaladas. El gel de carragenina kappa no presenta la propiedad tixotrópica. Después de roto, el gel no vuelve a recuperar su forma original a menos que el gel sea calentado y enfriado nuevamente (Porto, S. 2010).

4. Tipos de carrageninas

De acuerdo a Sabillon, L. (2008), se las puede clasificar en tres grupos principales, kappa (κ), iota (ι) y lambda (λ). Las principales diferencias entre ellas son que las kappa forman geles rígidos, las iota forman geles elásticos y las lambda no gelifican, forman solo soluciones viscosas.

a. Carragenina Kappa I

La carragenina Kappa I es la de mayor poder de gelificación en agua y una de las carrageninas mas usadas en productos cárnicos. Posee un contenido de ester sulfato entre un 24 y un 25% y entre un 35 y un 40% de 3,6 % de anhidro galactosa. Debido al alto contenido de anhidro galactosa, este tipo de carragenina produce geles firmes y quebradizos en agua con alta sinéresis. Adicionalmente, requiere de alta temperatura para su completa disolución (aproximadamente 75°C), impartiendo baja viscosidad en el sistema en el cual es aplicada (Blanno, M. 2010).

b. Carragenina Kappa II

La carragenina Kappa II, en cambio, es la carragenina con mayor reactividad con la leche. Posee un contenido entre un 25% y un 28% de ester sulfato y entre un 32% y un 34% de 3,6 anhidro galactosa. Forma geles firmes y elásticos en agua y

leche con moderada sinéresis. Posee una muy alta reactividad con las proteínas lácteas y requiere de temperatura para su completa hidratación (aproximadamente 71°C). Su viscosidad es un poco mayor comparada con la carragenina Kappa I dado su mayor peso molecular (Blanno, M. 2010).

c. Carragenina Iota

La carragenina Iota forma un gel muy elástico en agua, resistente a ciclos de congelado y descongelado. Posee un contenido entre un 30% y un 32% de ester sulfato y entre un 28% y un 32% de 3,6 AG. Forma geles muy elásticos en agua y leche con baja sinéresis. Requieren de temperatura para su completa hidratación (aproximadamente 60°C). La carragenina Iota es adecuada cuando se quieren elaborar emulsiones cárnicas de diferentes niveles de extensión, ya que al tiempo que rinde un gel de buena fuerza y flexibilidad también ayuda a controlar la viscosidad de la pasta, lo que auxilia a tener un buen desempeño en la embutidora (Blanno, M. 2010).

d. Carragenina Lambda

La carragenina Lambda, es la carragenina más soluble en agua y leche. Posee un contenido de alrededor de un 35% de ester sulfato y un 0% de 3,6 anhidro galactosa, lo que imposibilita la gelificación. Es soluble en agua y leche fría. Impartiendo altas viscosidad en los sistemas en que se aplica (Blanno, M. 2010).

e. Carrageninas comerciales

Según Castelli, M. (2009), las carrageninas disponibles en el mercado se comercializan como sales de sodio, potasio o calcio, ya que esa es su forma estable.

Aquevedo, A. (2005), indica que las carrageninas comerciales son mezclas más o menos enriquecidas de una u otra de las tres carrageninas: kappa, Iota y lambda carragenina.

Vecchi, G. (2009), reporta que las carrageninas comerciales contienen generalmente las tres formas en porcentajes variables; contienen diversas impurezas tales como, por ejemplo, sales, mucílagos, sustancias coloreadas, etc. Por otra parte, se les añaden sales, tales como por ejemplo cloruro potásico, o azúcares, tales como por ejemplo sacarosa, para estandarizar su calidad. Por lo tanto las carrageninas comerciales no son adecuadas para aquellos usos que requieren una elevada pureza y, particularmente, ausencia de sustancias que impidan su utilización racional.

5. Usos de las carrageninas

Pretel, O. et al. (2009), reportan que desde el punto de vista, de la composición que tienen las algas, se las utiliza en pastelería, gelatinas (como agente fijador), polvos de bebidas de frutas y concentrados congelados, condimentos, sopas, pasta de dientes, bebidas dietéticas, leches para bebés, etc. ya sea para dar cuerpo, como suspensiones o estabilizantes.

García, A. (2009), manifiesta que el empleo de carragenanos solos o asociados permite preparar los geles de recubrimiento, termo-reversibles y de los geles de estructura termo-reversibles que pueden formarse en frío como las salchichas y las croquetas. A partir de carne troceada o de pulpa, estos ingredientes incorporados a dosis inferiores al 1%, en la preparación de los patés para extender o masas para cortar evitan o minimizan el empleo de grasas de cerdo o de aglutinantes tradicionales como huevo, almidón u otros proteicos, los cuales corren el riesgo de enmascarar el gusto específico de los productos.

Porto, S. (2010), manifiesta que las aplicaciones de la carragenina están concentradas en la industria alimentaria. Las aplicaciones pueden ser divididas en sistemas lácticos, acuosos y bebidas. Sin embargo, ya existen actualmente otras diversas aplicaciones de carragenina para una gran variedad de aplicaciones industriales. La carragenina posee diversas funciones de acuerdo con su aplicación: gelificación, espesamiento, estabilización de emulsiones, estabilización de proteínas, suspensión de partículas, control de fluidez y retención de agua.

a. Industria alimentaria

Porto, S. (2010), indica que en la industria alimentaria, la carragenina se utiliza en:

- Productos lácticos: helados, chocolateados, flanes, pudines, crema de leche, yogures, postres cremosos, quesos, postres en polvo, leche de coco
- Dulces y confituras: postres tipo gelatina, jaleas, dulces en pasta, marshmallow, caramelos de goma, confites, merengues
- Productos Cárnicos: Jamón, "ajamonado", mortadela, hamburguesa, patés, aves y carnes procesadas
- Bebidas: Clarificación y refinación de zumos, cervezas, vinos y vinagres, chocolateados, jarabes, zumos de fruta en polvo, diet shakes
- Panificación: Coberturas de tartas, rellenos de tortas, masas de pan
- Salsas y sopas: Salsas de ensalada, en polvo, sopas en polvo, mostaza, salsa blanca, salsas listas para pastas

b. Utilización en el campo farmacéutico

Vecchi, G. (2009), señala que las carrageninas pueden utilizarse en el campo farmacéutico por sus propiedades espesantes y gelificantes. Las formas farmacéuticas en las que pueden utilizarse dichas carrageninas son en jarabes, suspensiones, sobres de dosis unitarias, comprimidos, geles para uso tópico, colirios, gotas nasales, etc.

c. Utilización en el campo dietético

Vecchi, G. (2009), reporta que las propiedades de las carrageninas como gelificantes, agentes de suspensiones, espesantes y estabilizantes las hacen particularmente adecuadas para aquellas formulaciones dietéticas en las que se requiere una presencia de agua, tales como por ejemplo gelatinas, jaleas de frutas, postres, etc. Asimismo, en el campo dietético, las carrageninas pueden utilizarse solas como preparaciones para saciar el hambre.

d. Utilización en el campo cosmético

Vecchi, G. (2009), sostiene que en cosmética, las carrageninas pueden utilizarse de forma ventajosa debido a sus peculiares propiedades como la limpidez, la ausencia de colores extraños, un grado de hidratación elevado, etc.

e. Usos de las carrageninas en la industria cárnica

La kapa-carragenina es utilizada extensamente en la industria de los alimentos en un amplio espectro de aplicaciones a causa de sus propiedades de retención de líquidos, espesante y gelificante. En la industria cárnica, la carragenina es utilizada como un agente gelificante en carnes procesadas, además permite una reducción importante en el contenido de materia grasa en productos cárnicos como salchichas (Sabillon, L. 2008).

Castelli, M. (2009), señala que las carrageninas se utilizan en la industria cárnica, debido a las numerosas ventajas que se observan:

- Retienen humedad: debido a su capacidad de retención de agua pueden formar redes tridimensionales dando lugar a la formación de un gel que engloba moléculas de agua, haciendo el producto final más jugoso. La presencia de iones potasio y calcio aumenta la rigidez del gel.
- Permiten trabajar con un amplio rango de texturas: las carrageninas son agentes texturizantes que imparten características funcionales específicas al producto final. Según sea la naturaleza de las carrageninas se obtendrán geles rígidos, quebradizos o elásticos.
- Mejoran el fileteado del fiambre: al aumentar la ligazón de las masas musculares, proveen una consistencia homogénea con buena cohesión. Esto es muy importante en el caso de jamones.
- Contribuyen a la formación de las emulsiones agua-grasa-proteínas: al absorber agua, las carrageninas dan soluciones viscosas que aportan estabilidad al sistema, inhibiendo la agregación del aceite, así como la separación en fases de agua y aceite.

- Disminuyen la sinéresis (pérdida de agua en el producto final): la habilidad de las carrageninas de retener agua disminuye las pérdidas de líquidos durante el procesado o cocción del producto.
- Mejoran la resistencia a los cambios sufridos por el congelado y descongelado: evitan el crecimiento de los cristales de hielo responsables de la ruptura del músculo, conservando la textura de la carne.
- Si se emplean en las dosis adecuadas no aportan sabor al producto final.
- Se pueden utilizar en productos de bajo contenido graso (hamburguesas): mejoran la textura y se obtiene un producto jugoso, ya que retiene agua.
- Reducción de costos: aumentan el rendimiento, ya que permiten una mayor incorporación de agua a los productos. Esto es importante en jamones y embutidos.
- Las carrageninas están siendo utilizadas en la mayoría de los países y son reconocidas como seguras por todas las agencias regulatorias.
- Su utilización permite el desarrollo de nuevos productos y optimización de costos, razón que las hace muy útiles para la industria cárnica.
- El consumidor también se ve beneficiado, ya que el mercado ofrece una amplia gama de productos con texturas diferentes a un costo razonable.

f. Uso de las carrageninas en la elaboración de jamones

Castelli, M. (2009), menciona que una de las aplicaciones más importantes es la elaboración de jamones de alta inyección (> 60%). La carragenina se puede incorporar en la salmuera luego de la adición de la sal y los fosfatos para asegurar la total disolución de éstos. Por otro lado, las soluciones de inyección deben tener baja viscosidad para facilitar su manejo. El alto contenido de sales evita que las moléculas de carragenina se hinchen llevando al desarrollo de una excesiva viscosidad, por lo que en su utilización se debe tener presente que:

- La carragenina permanece insoluble durante las primeras etapas de la elaboración del jamón.
- En el masajeo la carragenina se distribuye homogéneamente en el interior de la carne.

- Durante el proceso de cocción la carragenina se solubiliza y está apta para cumplir con su función.
- En el enfriamiento, forma un gel que dará una estructura cohesiva al producto final.

Cuando se habla de un producto cárnico, al cual se lo quiere extender para poder brindar al consumidor un precio accesible, es necesario obtener un gel que presente buena rebanabilidad, jugosidad y sin sinéresis. Es entonces cuando la combinación de carragenatos Kappa I y Kappa II aporta la mejor solución. El uso de mezclas de carrageninas Kappa I y Kappa II produce estructuras mas firmes, elásticas y con mayor retención de agua que cuando se utilizan ambos tipos de carragenina por separado (Blanno, M. 2010).

6. Dosis a utilizar

Castelli, M. (2009), reporta que la dosis de carragenina a utilizar en los jamones cocidos, es más baja que la de otros productos utilizados como ligantes o estabilizantes en productos cárnicos. La misma dependerá del porcentaje de inyección que se pretenda lograr; de las materias primas de las cuales se parte; de los métodos de cocción utilizados, y de las características deseadas del producto final. A modo de ejemplo, para un porcentaje de inyección del 50-60% se requiere de 0.25% a 0.50% de carragenina.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO.

El presente trabajo experimental se realizó en la Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, en las instalaciones de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, ubicada en el kilómetro 1 ½ de la Panamericana sur, a una altura de 2740 m.s.n.m y 0.1° 38' de latitud sur y una longitud de 78° 40' Oeste. La duración de la investigación fue de 120 días distribuidos en la preparación del jamón de espalda, así como análisis bromatológicos, microbiológicos, la valoración organoléptica, y tabulación de datos.

B. UNIDADES EXPERIMENTALES.

Para la preparación del jamón de espalda, se utilizaron 96 Kg de carne de paleta de cerdo, distribuidas, en 48 kg por replica y con un tamaño de cada unidad experimental de 3 kg. Además, del producto elaborado se tomaron muestras de 200 g, que fueron enviadas para realizar los análisis bromatológicos y microbiológicos, al Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Salud Pública y al Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias, respectivamente, ambas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).

C. MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES.

Los equipos y materiales que se utilizaron en la presente investigación fueron los siguientes:

1. Materiales

- Carne de paleta de cerdo
- Salmuera
- Condimentos
- Aditivos

- Bandejas
- Juego de cuchillos
- Moldes para jamón
- Vestimenta apropiada
- Materiales de limpieza

2. Equipos

- Balanza
- Termómetro
- Mesa de inyección
- Tina de salmuera
- Bomba inyectora
- Frigorífico

3. Instalaciones

- Planta de Producción de Cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluó la utilización de tres niveles de carragenina (0.6, 0.8, 1.0 %), en la elaboración de jamón de espalda, para ser comparados con un tratamiento control (sin carragenina), por lo que se contó con cuatro tratamientos experimentales, utilizándose cuatro repeticiones por tratamiento, en dos replicas consecutivas, por lo que las unidades experimentales fueron distribuidos bajo un diseño completamente al azar en un arreglo combinatorio, donde el factor A estuvo conformado por los niveles de carragenina, y el Factor B por el número de ensayos, sin considerarse el efecto de su interacción, los mismos que para su análisis se ajustaron al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : valor del parámetro en determinación

μ : Media general

A_i : Efecto de los niveles de carragenina

B_j : Efecto de los ensayos

ε_{ij} : Efecto del error experimental

El esquema del experimento empleado se reporta en el cuadro 7.

Cuadro 7. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Nivel de carragenina (Factor A)	Ensayos (Factor B)	Código	Repetición	TUE	kg/tratam.
Testigo (0.0 %)	1	JE1-0.0	4	3	12
Testigo (0.0 %)	2	JE2-0.0	4	3	12
0.6 %	1	JE1-0.6	4	3	12
0.6 %	2	JE2-0.6	4	3	12
0.8 %	1	JE1-0.8	4	3	12
0.8 %	2	JE2-0.8	4	3	12
1.0 %	1	JE1-1.0	4	3	12
1.0 %	3	JE2-1.0	4	3	12
Total kg de carne de paleta					96

TUE: Tamaño de la unidad Experimental, 3 kg de carne de paleta de cerdo.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES.

Las variables experimentales que se evaluaron en el presente trabajo fueron:

1. Variables bromatológicas

- Contenido de humedad, %
- Contenido de proteína, %
- Contenido de grasa, %
- Contenido de cenizas, %

2. Variables microbiológicas

- Recuento de Coliformes totales, UFC/g
- *Escherichia coli*, UFC/g

3. Variables organolépticas

- Apariencia, 20 puntos
- Color, 20 puntos
- Sabor, 20 puntos
- Textura, 20 puntos
- Total, 80 puntos

4. Variables económicas

- Costo de producción, dólares/kg
- Beneficio /costo

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA.

Los resultados experimentales obtenidos fueron sometidos a:

- Análisis de varianza (ADEVA) para las diferencias para las variables bromatológicas (cuadro 8).
- Separación de medias a través de la prueba de HDS Tukey al nivel de probabilidad $P \leq 0.05$.
- Prueba de Rating Test, para las variables organolépticas.

Cuadro 8. ESQUEMA ADEVA.

Fuente de variación.	Grado de libertad
Total.	31
Niveles de carragenina (Factor A)	3
Ensayos (Factor B)	1
Error experimental	27

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Descripción del experimento

Para la elaboración del jamón de espalda se siguió el siguiente proceso:

- Se receptó de la carne de paleta, verificando que sea uniforme, fresca y que presente valores de pH entre 5,8 y 6,2.
- A continuación se realizó el deshuesado, el desgrasado y la retirada de todos los nervios, huesecillos y cartílagos de la carne.
- Una vez lista la pieza se preparó la salmuera mezclando bien todos sus ingredientes, en la cual se incluyó los diferentes niveles de carragenina a evaluarse.
- Seguidamente, se procedió al salado mediante inyección, con la inyectora manual.
- Cuando el masajeado terminó se puso en reposo durante 24 horas a una temperatura de 4 °C.
- Luego del reposo se realizó el desmesurado, troceado y se masajeo igual que antes del reposo y seguidamente se colocaron en moldes de acero inoxidable.
- El proceso de cocción se realizó por medio de inmersión a una temperatura promedio de 80 °C, por el tiempo de 2 horas, o hasta que alcance la pieza en el centro una temperatura de 70 °C.
- Una vez cocidos los jamones se enfrían lo más rápidamente posible, se dejaron reposar en la cámara fría hasta el día siguiente.
- Se desmoldaron y se tomaron las muestras para los análisis de laboratorio y la evaluación organoléptica.

La formulación de la salmuera empleada se reporta en el cuadro 9.

2. Programa sanitario

Las instalaciones, equipos y materiales, previa a la elaboración del producto se -

Cuadro 9. FORMULACIÓN DE LA SALMUERA.

Ingrediente	Unidad de medida	Cantidad para 20 litros
Sal	Kg	4,27
Nitrito de Na	Kg	0,20
Eritorbato de Na	Kg	0,05
Fosfato	Kg	0,27
Ajo en polvo	Kg	0,07
Condimento para jamón	Kg	0,20
Azúcar	Kg	0,53
Pimienta	Kg	0,10
Carrageninas:		
0.6 %	Kg	0.12
0.8 %	Kg	0.16
1.0 %	Kg	0.20

Fuente: Mira, J. (2009).

las lavó y desinfectó con una solución de 483.3 cc de hipoclorito al 25.5 % disueltos en 10 lt de agua de y detergente comercial; con la finalidad de que se encuentren asépticos y libres de cualquier agente patógeno que pudieran alterar los productos elaborados.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Valoración nutritiva

Para el control de los parámetros bromatológicos del producto terminado (jamón de espalda), se tomaron muestras de 200 g y fueron enviadas al Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Salud Publica de la ESPOCH, para la determinación del contenido de humedad, proteína, grasa y cenizas.

2. Valoración microbiológica

Para los análisis microbiológicos, de igual manera se tomaron muestras de 200 g de cada unidad experimental, luego de su identificación se las envió al Laboratorio de Análisis Técnicos, Área de Microbiología, de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH, para determinar la carga microbiológica presente en base al método de

siembra en profundidad, para determinar la presencia y carga microbiológica de Coliformes totales y *Escherichia coli*.

3. Valoración organoléptica

Para la obtención de los resultados organolépticos, se procedió a coordinar con el director de tesis, para seleccionar el panel de degustadores, que calificó los jamones de espalda bajo los siguientes parámetros propuestos:

Apariencia	20 puntos
Color	20 puntos
Sabor	20 puntos
Textura	20 puntos
Total	80 puntos

El panel calificador debió cumplir con ciertas normas como: estricta individualidad entre panelistas para que no haya influencia entre los mismos; disponer a la mano de agua o té, para equiparar los sentidos y no haber ingerido bebidas alcohólicas. En la evaluación de las características organolépticas se siguió el siguiente procedimiento:

Una vez definidas las muestras de los tratamientos a evaluarse durante la sesión, se procedió a la evaluación sensorial, para lo cual se entregó a cada juez la encuesta correspondiente (Anexo 1), en la que se pedía valorar las muestras en una escala numérica, de acuerdo a la escala predefinida. Este proceso se repitió en cada sesión, con todos los resultados obtenidos se procedió a la evaluación estadística de acuerdo a la prueba de Rating Test (Witting, E. 1981).

4. Análisis económico

En los costos de producción se determinó dividiendo los egresos totales para la cantidad obtenida y sus resultados se expresan en dólares por kg. Mientras que el beneficio/costo, se obtuvo dividiendo los ingresos totales para los egresos totales realizados.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. VALORACIÓN BROMATOLÓGICA

1. Contenido de humedad

Las medias del contenido de humedad del jamón de espalda (cuadro 10), no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$), aunque numéricamente se observó que a medida que se incrementa la cantidad de carragenina empleada el contenido de humedad va siendo mayor, por cuanto los valores determinados fueron de 56.77, 58.31, 58.80 y 59.39 %, con la utilización de los niveles 0.6, 0.8 y 1.0 %, respectivamente (gráfico 1), lo que puede deberse a lo que se reporta en <http://www.cpkelco.com>. (2002), donde se indica que la carragenina tienen un alto poder de gelificación y son excelentes captadores y retenedores de humedad, lo que incrementa la capacidad de retención de agua de los productos alimenticios, cuando se utilizan concentraciones entre 1 y 2 g/kg de producto terminado, es decir, entre el 0.1 y 0.2 %, en tanto que en el presente trabajo se emplearon niveles superiores, de ahí que posiblemente los contenidos de humedad estadísticamente no sean diferentes, pero que en todo caso cumple con lo señalado por Castelli, M. (2009), quien indica que las carrageninas presentan una gran capacidad de retención de agua ya que forman redes tridimensionales, dando lugar a la formación de un gel que engloba las moléculas de agua, haciendo el producto final más jugoso, ya que al absorber agua, las carrageninas dan soluciones viscosas que aportan estabilidad al sistema.

Las medias del contenido de humedad por efecto del número de ensayos, presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$), ya que los valores determinados fueron de 59.7 y 57.0 %, en el primero y segundo ensayo, respectivamente, variaciones que pudieron estar supeditadas a la calidad de la materia prima (carne), y al proceso tecnológico empleado, ya que <http://www.fao.org>. (2006), reporta que en la elaboración de jamón, el principio de conservación radica en el curado de la carne con salmuera, donde la sal sustituye a la humedad en los tejidos mediante un proceso de ósmosis. Los valores de humedad encontrados guardan relación al compararlos con los que reportan <http://members.wto.org>. -

(2009), donde se indica que en la Norma Dominicana NORDOM 322, para carnes y productos cárnicos, el jamón cocido, puede presentar contenidos de humedad entre 56 a 76 %.

2. Contenido de proteína

La cantidad de proteína encontrada en los jamones de espalda no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0.05$), por efecto de los niveles de carragenina empleados, sin embargo numéricamente se registró que los valores tienden a incrementarse ligeramente a medida que se incorporó una mayor cantidad de carragenina, por cuanto los valores encontrados fueron de 19.53 % en los jamones del grupo control (0.0 %), 19.88 % con el nivel 0.6 %, 20.43 % con el 0.8 % y 20.63 % con el nivel 1.0 % de carragenina (gráfico 2), comportamiento que puede deberse a lo que manifiesta Porto, S. (2010), en que una de las propiedades que diferencian la carragenina de otros hidrocoloides, es su habilidad de interactuar con las proteínas de los alimentos, debido a la interacción a través de puentes entre grupos de éster sulfato de la carragenina con residuos carboxílicos de los aminoácidos que componen la proteína. Esta reactividad depende de muchos factores como concentración de carragenina, tipo de proteína, temperatura, pH y punto isoeléctrico de la proteína. Este fenómeno de interacción y reactividad de la carragenina con las proteínas en combinación con su habilidad de formar gel y retener agua la constituye en un ingrediente eficaz para la estabilización y gelificación de productos alimenticios.

De acuerdo al número de ensayos los contenidos de proteína del jamón de espalda fueron diferentes estadísticamente, ya que los valores encontrados fueron de 18.99 y 21.25 %, en el primero y segundo respectivamente, variaciones que pudieron estar supeditadas a la calidad de la materia prima, ya que en la segunda réplica el control de calidad fue más exigente que en la primera, adquiriéndose carne con menos grasa, nervios y tendones, ya que <http://www.metalquimia.com>. (2009), señala que la preparación de la carne variará mucho según el objetivo que se persiga, yendo desde el jamón con hueso y piel sin ningún tipo de pulido interior hasta el producto completamente despiezado en músculos separados o incluso troceados, completamente limpios de grasa, tendo-

nes y nervios, de ahí que los valores determinados en el presente trabajo se ajusten al tipo de jamón Premium señalado en <http://members.wto.org>. (2009), ya que de acuerdo a la Norma Dominicana NORDOM 322, este tipo de jamón debe presentar un contenido proteico entre 15 a 21 %, estableciendo por tanto que el jamón de paleta obtenido es altamente proteico, ya que las cantidades encontradas se aproximan al límite superior señalado en la norma citada.

3. Contenido de grasa

Los contenidos de grasa de los jamones de espalda obtenidos con la utilización de los diferentes niveles de carragenina, presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), por cuanto se encontró que a medida que se incrementa el nivel de carragenina el contenido de grasa en el producto final se redujo, ya que de los jamones del grupo control que presentaron el 20.65 % se redujo a 17.37 % cuando se empleo el nivel 0.6 %, a 16.65 % con el 0.8 % y el 15.65 % de grasa con la utilización de 1.0 % de carragenina, comportamiento, que ratifica lo señalado por Sabillon, L. (2008), en que la carragenina es utilizada extensamente en la industria de los alimentos en un amplio espectro de aplicaciones a causa de sus propiedades de retención de líquidos, espesante y gelificante, por lo que es utilizada como un agente gelificante en carnes procesadas, además que permite una reducción importante en el contenido de materia grasa en productos cárnicos como las salchichas, notándose la misma acción al elaborar el jamón cocido de espalda, por cuanto se determinó que a más cantidad de carragenina, menor contenido de grasa presentó el jamón de espalda obtenido, como se aprecia en el gráfico 3.

Los contenidos de grasa en los jamones de espalda no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$), por efecto del número de ensayos, por cuanto las cantidades encontradas fueron de 17.67 y 17.49 % en el primero y segundo ensayo, respectivamente. Tomando como referencia lo reportado en <http://members.wto.org>. (2009), donde se indica que la Norma Dominicana NORDOM 322, señala que el jamón premium debe presentar un cantidad menor al 7 % de grasa y en el jamón de grado 5 no debe ser superior al 19 %, se puede señalar que la carragenina a más de actuar como geleificante y retenedor de agua

permite reducir el contenido graso de los alimentos, ya que al emplearse el 1.0 % de este producto, la cantidad de grasa en el jamón se redujo al 15.65 %, debido posiblemente a las reacciones oxidativas que se ocasionan durante el proceso de cocido.

4. Contenido de cenizas

Con relación al contenido de cenizas, se registró que entre las medias de los diferentes tratamientos no presentaron diferencias significativas ($P>0.05$), observándose valores entre 2.95 y 3.42 %, que corresponde a los jamones de espalda del grupo control y a los que se emplearon en su elaboración el nivel 0.6 % de carragenina, respectivamente (gráfico 4). De igual manera entre ensayos las respuestas de 3.32 y 2.97 % de cenizas, fueron similares estadísticamente. Por lo que se considera que los valores encontrados están dentro de las especificaciones señaladas en la Norma Dominicana NORDOM 322 (<http://members.wto.org>. 2009), que indica que el jamón cocido debe presentar un cantidad menor al 4 % de cenizas.

Globalizando los resultados obtenidos se puede indicar que los niveles de carrageninas empleados, permiten reducir el contenido de grasa en el jamón cocido, sin que se altere el aporte de los otros nutrientes, por lo que en este sentido al elaborara el jamón cocido de espalda de cerdo, se esta propiciando la solución a lo reportado por Abadie, M. (2006), quien indica que el consumidor actual busca productos cárnicos por su sabor y su importancia nutricional, que sean productos saludables que contengan un bajo contenido graso, además de un alto contenido proteico; por lo que se considera que este producto presenta buenas características nutritivas que beneficiaran al consumidor.

B. VALORACIÓN MICROBIOLÓGICA

La evaluación microbiológica de los jamones de espalda elaborados con diferentes niveles de carrageninas, determinó la ausencia de *Escherichia coli* (cuadro 10), concordándose con lo que reporta <http://www.revistalabarra.com.co>. (2010), en que la calidad microbiológica es reflejo de los controles de inocuidad y

buenas prácticas de manufactura, ya que la elaboración de este producto, se realizó bajo un estricto control sanitario.

Con relación a los coliformes totales su presencia numéricamente ($P > 0.05$), estuvo determinada por los niveles de carragenina empleados, ya que se estableció que a medida que se incrementó el nivel de carragenina el contenido de humedad en el producto se aumentó, lo que al parecer facilitó el desarrollo de los coliformes, ya que de una carga de 3.13 UFC/g de los jamones del grupo control, se fueron elevando a 11.25, 17.50 y 30.00 UFC/g, cuando se utilizaron los niveles de 0.6, 0.8 y 1.0 % de carragenina (gráfico 5), por lo que se confirma lo que señala <http://www.revistalabarra.com.co>. (2010), en que los microorganismos requieren agua para vivir, la disponibilidad de agua no depende solo del contenido de agua del ambiente, ya que varias sustancias sólidas y superficies son capaces de absorber moléculas de agua más o menos fuertemente volviéndola indisponible para los microorganismos, pero que en todo caso, las carrageninas al tener la capacidad de formar geles acuosos, y no permitieron su proliferación, ya que las cantidades encontradas están por debajo del reporte de <http://www.minsa.gob.ni>. (2006), que señala que el jamón curado cocido, para que se considere apto para el consumo debe presentar cargas de coliformes totales menores a 100 UFC/g, debiendo indicarse además, de que estas cantidades al parecer no fueron efecto del proceso tecnológico empleado, sino que la posible infestación pudo deberse al manipuleo durante la toma de las muestras y transporte hacia el laboratorio, aspectos que deben controlarse y poner en práctica medidas higiénicas que impidan la contaminación, además se debe tener en cuenta que el productor que ofrece alimentos, tiene ante sí la responsabilidad de respetar y proteger la salud de los demás.

C. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA

1. Apariencia

La apariencia del jamón de espalda que corresponde a la valoración de las características físicas del producto, tomando una puntuación referencial de 20 puntos, las calificaciones asignadas presentaron diferencias significativas ($F_{cal} >$

$F_{\text{tab}0.05}$), por efecto de los niveles de carragenina empleados, alcanzándose una puntuación de 18.59 puntos, cuando se empleo el nivel 0.6 %, no así con el empleo del 1.0 % que recibió la menor valoración de 17.34 puntos, en cambio los otros grupos se encuentran entre los valores mencionados (cuadro 11, gráfico 6), diferencias que se basan en lo reportado por <http://www.revistalabarra.com.co>. (2010), quien indica que un buen jamón cocido se reconoce por su color rosado suave (un rosado intenso o casi rojo, da idea del uso de otras carnes diferentes o colorantes en el producto), debe mostrar en la totalidad de su superficie trozos cárnicos, con un mínimo o nulo extendido entre carnes; en cambio un jamón económico dejará apreciar claramente las carnes o se verán trozos muy pequeños y mucho extendido, características estas que fueron notorias en los jamones elaborados con 0.6 y 1.0 % de carrageninas, respectivamente, considerándose por tanto que el nivel 0.6 %, favorece esta característica organoléptica, ya que Castelli, M. (2009), indica que la carragenina incorporada en la salmuera, durante el proceso de cocción se solubiliza y en el enfriamiento, forma un gel que dará una estructura cohesiva al producto final, que presenta un aspecto con un mínimo extendido entre carnes.

2. Color

En la valoración del color de los jamones de espalada obtenidos por efecto de los niveles de carragenina utilizados, las calificaciones asignadas presentaron diferencias altamente significativas ($F_{\text{cal}} > F_{\text{tab}0.01}$), recibiendo la calificación más alta el producto elaborado con el 0.6 % de carragenina que fue de 18.92 puntos sobre 20, por presentar una coloración rosada característica, en cambio que al emplearse el nivel 1.0 %, los jamones obtenidos recibieron una valoración de 17.25 puntos (gráfico 7), por que presentaron un tono rosado blanquecino, debido a la mayor concentración de humedad propiciada por la mayor retención de humedad en el gel formado, por cuanto <http://www.profeco.gob.mx>. (2001), señala que la capacidad gelificante de las carrageninas permite obtener una gran variedad de texturas, lo que influirá en su presentación, afectando principalmente el color del producto, de ahí la importancia de que el color de los productos, quizás sea el punto más crítico aportado por la fase de maduración del jamón, ya que el desarrollo del color se realiza a través de reacciones químicas entre el

nitrito y la mioglobina de la carne. El nitrito se transforma en óxido nítrico, que reacciona con la mioglobina para formar nitrosomioglobina, la cual se descompondrá en globina y nitrosomicrocromógeno, verdadero responsable del color rosado característico del jamón cocido. Aspecto que se ve favorecido al realizar el masaje fuerte para que la salmuera se distribuya más rápida y uniformemente, con lo cual los aditivos responsables del desarrollo del color (Nitrito de Na), podrán reaccionar con la mioglobina de forma más eficaz (Xargayó, M. y Lagares, J. 2008).

3. Sabor

Las calificaciones del sabor asignadas a los jamones de espalada obtenidos por el empleo de diferentes niveles de carragenina, permitió establecer que hasta el nivel 0.8 % no existen diferencias significativas entre sí, ya que se les asignaron valoraciones entre 19.00 y 19.67 puntos sobre 20 de referencia, ya que estos tuvieron un sabor agradable para los degustadores; en cambio, los valores señalados presentaron diferencias altamente significativas ($F_{\text{cal}} > F_{\text{tab}0.01}$), con la respuesta obtenida al utilizarse el nivel 1.0 %, ya que la valoración del sabor bajó a 17.42 puntos (gráfico 8), notándose un sabor ligeramente salino, debido a que se concentra la salmuera en el líquido contenido en el jamón debido a que la carragenina posee la capacidad de retener el agua, por lo que en este sentido, Xargayó, M. y Lagares, J. (2008), señalan que el sabor necesita tiempo para desarrollarse pero con buenos saborizantes puede llegar a obtenerse un buen aroma y sabor, ya que además en productos con inyecciones muy bajas y de alta calidad, maduraciones muy aceleradas pueden representar un problema, ya que en el presente trabajo, a los jamones elaborados se les propicio únicamente 24 horas de maduración.

4. Textura

La característica de textura de los jamones de espalda registraron pequeñas fluctuaciones numéricas ($F_{\text{cal}} < F_{\text{tab}0.05}$), pues las calificaciones asignadas fueron entre 18.42 y 19.09 puntos sobre 20, que corresponden a los jamones elaborados con los niveles 1.0 y 0.6 % de carragenina, respectivamente, ya que los degusta--

dores señalaron que todos los productos presentan una buena característica de flexibilidad al realizar el acto masticatorio, que se debe según Mira, J. (2008), en primer lugar a la facilidad con que los dientes penetran en la carne (jamón), en segundo lugar a la facilidad con que la carne se divide en fragmentos y en tercer lugar a la cantidad de residuo que queda después de la masticación. Siendo importante recalcar, lo que reportan Xargayó, M. y Lagares, J. (2008), en que el tiempo más o menos dilatado de la fase de maduración influye definitivamente en la textura y corte del producto cárnico terminado. Para productos de alto rendimiento, maduraciones aceleradas por la vía mecánica influirán poco en dicho parámetro. Por el contrario, para productos de alta - media calidad prescindir de dicha fase de maduración puede afectar dichas variables

5. Valoración total

En las puntuaciones totales, se estableció diferencias altamente significativas ($F_{cal} > F_{tab0.01}$), ya que las valoraciones totales fluctuaron entre 70.42 y 76.25 puntos sobre 80, en los jamones de espalada elaborados con 1.0 y 0.6 % de carragenina, que son los casos extremos respectivamente (gráfico 9), valores que comparten los rangos de significancia con las calificaciones asignadas a los jamones de los otros tratamientos evaluados (control y 0.8 %), por lo que de acuerdo a la escala de valoración de los alimentos establecida por Witting, E. (1981), de acuerdo a las calificaciones asignadas, se puede indicar que recibieron una valoración de Excelente los jamones obtenidos con el empleo de hasta el 0.8 % de carragenina y de Muy buena cuando se emplea el 1.0 % de este aditivo alimentario, lo que conlleva a indicar que con el empleo de niveles de hasta el 0.8 % de carragenina se producirían jamones que comercialmente son más apetecidos por los consumidores.

D. EVALUACION ECONOMICA

1. Costos de producción/kg

Con relación a los costos de producción por kg de jamón de espalda (cuadro 12), se determinó que a medida que se incrementa los niveles de carragenina los cos-

tos se reducen, por cuanto de un costo inicial de 5.07 dólares por kg del grupo control, este se reduce a 4.91 dólares cuando se empleó el nivel 0.6 % de carragenina, a 4.66 dólares con el 0.8 % y a 4.53 dólares con el 1.0 % de carragenina (gráfico 10), respuestas que se deben a que al emplearse la carragenina, en el producto final, se observó una mayor retención de humedad, elevando el peso final del producto obtenido, lo que concuerda con Castelli, M. (2009), quien señala que las carrageninas debido a su capacidad de retención de agua con la formación de un gel que engloba moléculas de agua, haciendo el producto final más voluminoso y jugoso; por lo que se consiguen ahorros de hasta 54 centavos de dólar por cada kg de jamón producido, cuando se emplea el nivel 1.0 %, pero en detrimento de las características organolépticas, lo que la hace no tan apetecible por los consumidores.

2. Beneficio/costo

El análisis del beneficio/costo (cuadro 12), determinó que al utilizar el nivel 1.0 % de carragenina, se obtuvo una rentabilidad del 22 % o lo que es lo mismo una utilidad de 22 centavos por cada dólar invertido, que se redujeron 18 centavos con el empleo de 0.8 %, a 12 centavos con el nivel 0.6 % y de apenas 9 centavos sin empleo de la carragenina, que representan beneficios/costos de 1.18, 1.12 y 1.09, respectivamente, por lo que se puede recomendar utilizar en la elaboración de jamón de espalda la inclusión del 1.0 % de carragenina, por presentar el menor costo de producción así como la mayor rentabilidad, pero afectándose las características organolépticas, pero si se quiere obtener un producto altamente aceptable, se puede utilizar hasta el nivel 0.8 %, y cuya rentabilidad económica es del 18 %, que se considera alta, ya que el tiempo de producción y comercialización, puede realizarse una parada por semana, lo que hace atractivo emprender en actividades productivas como es la industria cárnica.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados analizados se pueden realizar las siguientes conclusiones:

- La utilización de los niveles de carragenina evaluados en la elaboración del jamón de espalda no afectaron estadísticas los contenidos de humedad, proteína y cenizas, aunque numéricamente se incremento al emplearse el nivel 1.0 % con respecto al tratamiento control, ya que se registraron valores de 59.39, 20.63 y 3.05 %, respectivamente.
- La utilización de carragenina, permite una reducción importante del contenido de materia grasa en el jamón de espalda, por cuanto de 20.65 % sin el empleo de este aditivo, se redujo a 15.65 % con el empleo del 1.0 %.
- En la valoración total de las características organolépticas, las mejores puntuaciones alcanzaron los jamones con el empleo de hasta el 0.8 % de carragenina, con una designación de Excelentes, aunque numéricamente una mayor puntuación registró el jamón elaborado con el nivel 0.6 % (76.25/80 puntos).
- Los análisis microbiológicos determinaron ausencia de Escherichia coli, pero se encontró bajas cargas de coliformes totales, que mostraron un comportamiento que a medida que se incrementó el nivel de carragenina facilitó el desarrollo de los coliformes, ya que de una carga de 3.13 UFC/g de los jamones del grupo control, se llegó a 30.00 UFC/g, con el nivel 1.0 %, pero que no superan los límites exigidos por las normas correspondientes, considerándose un alimento sanitariamente apto para el consumo humano.
- Los costos de producción se redujeron en hasta 54 centavos de dólar por kg de jamón cuando se utilizó el nivel 1.0 % de carragenina frente al grupo control, elevándose por consiguiente su rentabilidad que fue del 22 %, y con el nivel 0.8 % del 18 %.

VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se desprenden del presente trabajo son las siguientes:

- Emplear en la elaboración de jamón de espalda hasta el nivel 0.8 % de carragenina, por cuanto no se afecta su contenido de proteína y cenizas y la aceptación por parte del consumidor será alta, aunque la rentabilidad económica es menor que al emplearse el nivel 1.0 %.
- Si se quiere elevar los índices productivos y de rentabilidad se puede emplear el nivel 1.0 % de carragenina, pero en deterioro de sus características organolépticas, además de que permite reducir el contenido de grasa del jamón de espalda.
- Evaluar la vida de anaquel del jamón de espalda en función de los niveles de carragenina evaluados, por cuanto al añadirse este aditivo, se propicio que el jamón retenga una mayor cantidad de humedad, medio propicio para el desarrollo de microorganismos.

VII. LITERATURA CITADA

1. ABADIE, M. 2006. Efecto de tres métodos de aplicación de salmuera sobre las cualidades sensoriales y físicas de un jamón. Tesis de grado. Programa de Ingeniería en Agroindustria, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras. pp 28-31.
2. AQUEVEDO, A. 2005. Aplicación de colorantes funcionales en postre tipo mousse. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile. pp 5-10.
3. BUSTOS, E. 2008. Avances en la Investigación para la Acuicultura en el Sur de Chile. División de Acuicultura, Instituto de Fomento Pesquero. Balmaceda 252, Puerto Montt, Chile. Archivo de Internet .pdf.
4. <http://bvs.sld.cu>. 2009. Venegas, O. y Valladares, C. Clasificación de los productos cárnicos.
5. <http://catarina.udlap.mx>. 2009. Los hidrocoloides.
6. <http://es.joseplagares.com>. 2010. Aditivos e ingredientes en la fabricación de productos cárnicos cocidos.
7. <http://es.wikipedia.org>. 2010. Jamón.
8. <http://members.wto.org>. 2009. Carnes y productos cárnicos. Jamón. Especificaciones. Norma NORDOM 322.
9. <http://www.agargel.com>. 2010. Porto, S. Carrageninas.
10. <http://www.alimentacion-sana.com.ar>. 2010. Efectos espesantes, gelificantes y estabilizantes con hidrocoloides.

11. <http://www.alimentariaonline.com>. 2010. Blanno, M. Carrageninas: Ingredientes funcionales para productos cárnicos.
12. <http://www.angelfire.com>. 2009. García, A. Métodos para incrementar la capacidad de retención de agua de la carne en la elaboración de productos. Facultad de Zootecnia, universidad Nacional Autónoma de Chihuahua.
13. <http://www.carbueros.com>. 2010. Productos cárnicos.
14. <http://www.cpkelco.com>. 2002. Carrageenan.
15. <http://www.fao.org>. 2006. Jamón crudo.
16. <http://www.gastronomiavasca.net>. 2010. Jamón cocido en molde.
17. <http://www.granotecsa.com.ar>. 2009. Castelli, M. Carrageninas, su aplicación en productos cárnicos. La Industria Cárnica Latinoamericana N° 142.
18. <http://www.metalquimia.com>. 2008. Xargayó, M. y Lagares, J. Rentabilidad de las líneas de fabricación de jamón cocido: adaptación a diferentes ciclos de maduración. EUROCARNE N° 172.
19. <http://www.metalquimia.com>. 2009. Aditivos e ingredientes en la fabricación de productos cárnicos cocidos de músculo entero.
20. <http://www.minsa.gob.ni>. 2006. Norma Técnica obligatoria Nicaragüense NTON 03 054 – 06. Norma para el Jamón Curado Cocido.
21. <http://www.nutrer.com.mx> 2004. Aditivos para Jamón Cocido. Mundo lácteo y cárnico.
22. <http://www.ocu.org>. 2009. Embutidos y productos cárnicos.

23. <http://www.oepm.es>. 2009. Vecchi, G. Procedimiento de purificación de carrageninas comerciales.
24. <http://www.profeco.gob.mx>. 2001. Calidad de polvos para gelatina y flan. Revista del Consumidor No. 294.
25. <http://www.revistalabarra.com.co>. 2010. Jamones cocidos, jamones madurados.
26. <http://www.sepeap.org>. 2010. Inmunopatología de la alergia alimentaria. Capítulo 6. Aditivos.
27. <http://www.uam.es>. 2010. Productos cárnicos tratados por el calor.
28. MIRA, J. 2009. Resúmenes de la materia Ciencia de la carne. Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
29. PRETEL, O., NOMBERTO, C., ACOSTA, R. Y REYNA, W. 2009. Efecto de la concentración de la carragenina de Gigartina chamissoi "mococho" sobre el colesterol sérico de humano. Rev. Med. Vallejana. Vol. 3 N° 2. Archivo de Internet .pdf.
30. SABILLON, L. 2008 Efecto de la κ -carragenina y lactato de sodio sobre las características químicas, físicas y sensoriales de un jamón picado de cerdo en anaquel iluminado y sin iluminar. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería de Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. pp 20-41.
31. SÁEZ, A., APONTE, B. Y CASTELLANO, S. 2009. Preferencias del consumidor de embutidos en el Municipio Maracaibo del Estado Zulia, Venezuela. Revista Agroalimentaria. vol. 15, N° 29. Archivo de Internet .pdf.

32. WITTING, E. 1981. Evaluación sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. sn. Santiago, Chile. Edit. Talleres gráficos USACH. pp 4-10.

ANEXOS

