

**CARRAGENINA Y ANTIMICROBIANOS NATURALES EN LA MEJORA DE LA
TEXTURA Y VIDA UTIL DEL JAMON DE CERDO EN CARNES CASABLANCA S.A,
MEDELLIN (ANTIOQUIA)**

ARELYS YEZENIA GARCIA CORREA

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS
INGENIERA DE ALIMENTOS
PAMPLONA
2015**

**CARRAGENINA Y ANTIMICROBIANOS NATURALES EN LA MEJORA DE LA
TEXTURA Y VIDA UTIL DEL JAMON DE CERDO EN CARNES CASABLANCA S.A,
MEDELLIN (ANTIOQUIA)**

ARELYS YEZENIA GARCIA CORREA

DIRECTORA

MsC. MARIELA HERNANDEZ ORDOÑEZ

Ingeniera de Alimentos

Grupo de Investigación de Ingeniería y Tecnología de Alimentos

Línea de Investigación

Optimización de procesos y vida útil de productos agroalimentarios

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERA Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS
INGENIERA DE ALIMENTOS
PAMPLONA**

2015

DEDICATORIA

A mi mamá María Inés Correa, a mi papa Isaac García Sánchez, a mi esposo Carlos Andrés Castro y a mi hermana Jiseth Daniela García Correa por su amor, paciencia sus consejos y su apoyo incondicional para lograr esta meta.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios por darme la capacidad, la sabiduría, la inteligencia y la fortaleza a lo largo de esta carrera.

A mi mamá, mi papá, mi esposo, mi hermana por su motivación sus esfuerzos y colaboración porque son mis razones de luchar cada día y de vivir, porque ellos han sido la clave para fomentar valores como la disciplina, el amor por el trabajo y el respeto a los cuales les debo este logro de ser una profesional.

A Carnes Casablanca S.A por brindarme la oportunidad para desarrollar este proyecto en especial a Guillermo León Valencia Director de Investigación y Desarrollo por compartir su conocimiento y ayudarme a crecer como persona y profesionalmente.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. JUSTIFICACION	2
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General	3
2.2. Objetivos específicos	3
3. MARCO REFERENCIAL	4
3.1. CARNES CASABLANCA S.A.	4
3.1.1. Historia	4
3.1.2. Misión	5
3.1.3. Visión	5
3.2. JAMON DE CERDO	5
3.2.1. Definición	5
3.2.2. Materias primas y funciones	5
3.2.2.1. Carne	5
3.2.2.2. Sal	5
3.2.2.3. Azucares	6
3.2.2.4. Proteínas	6
3.2.2.5. Féculas	6
3.2.2.6. Saborizantes	6
3.2.2.7. Colorantes	6
3.2.2.8. Nitritos	7
3.2.2.9. Antimicrobianos naturales	7
3.2.2.10 Bacteriocinas	8
3.2.2.11. Fosfatos	8
3.2.2.12. Eitorbato o ascorbato	9
3.2.2.13. Carragenina	9
3.2.2.14. Potenciadores de sabor	9
3.2.3. PROCESO DE ELABORACION DE JAMON DE CERDO	9

	Pág.
3.2.3.1. Descripción del proceso	9
3.2.3.2. Flujograma del proceso	13
3.2.4. CARACTERISTICAS FISICAS, QUMICAS Y SENSORIALES DEL JAMON DE CERDO	14
3.2.4.1. Características fisicoquímicas del Jamón de cerdo	14
3.2.4.2. Características sensoriales del jamón de cerdo	15
3.2.4.3. Microbiota del Jamón e cerdo	16
4. METODOLOGIA	18
4.1. Efecto de la carragenina en la textura del Jamón de cerdo	18
4.1.1. Evaluación de devoluciones del Jamón de cerdo	18
4.1.2. Estudio de la formulación del Jamón de cerdo	18
4.1.2.1. Cambios en formulación base	18
4.1.3. Proceso de elaboración del Jamón de cerdo	21
4.1.4. Evaluación del perfil de textura del Jamón de cerdo	23
4.2. INFLUENCIA DE ANTIMICROBIANOS NATURALES SOBRE LA VIDA UTIL DEL JAMON DE CERDO	23
4.2.1. Formulación base para la aplicación de los antimicrobianos naturales sobre la vida útil del Jamón de cerdo	23
4.2.2. Proceso de elaboración de jamón de cerdo con antimicrobianos naturales	26
4.2.3. EVALUACIÓN QUÍMICA DEL JAMÓN DE CERDO ELABORADO CON ANTIMICROBIANOS NATURALES	27
4.2.3.1. Contenido de humedad	27
4.2.3.2. Contenido de Grasa	27
4.2.3.3. Contenido de Proteína	27
4.2.3.4. Actividad acuosa	27
4.2.3.5. Determinación del pH	27
4.2.4. ANALISIS MICROBIOLÓGICO DEL JAMON ELABORADO CON ANTIMICROBIANOS NATURALES A CONDICIONES CRITICAS Y OPTIMAS	28
4.2.4.1. Determinación de <i>Listeria monocytogenes</i>	28

	Pág.
4.2.4.2. Determinación de <i>Salmonella</i>	28
4.2.4.3. Recuento de aerobios mesofilos (AM) y Bacterias ácido lácticas (BAL)	29
4.2.4.4. Recuento de Coliformes totales	29
4.2.4.5. Recuento de <i>E.coli</i>	29
4.2.5. EVALUACION SENSORIAL DEL JAMON DE CERDO ELABORADO CON ANTIMICROBIANOS NATURALES	29
4.2.5.1. Análisis descriptivo cuantitativo	30
4.2.5.2. Análisis estadístico	30
4.2.6. ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS DEVOLUCIONES DEL JAMON DE CERDO ELABORADO CON CARRAGENINA Y ANTIMICROBIANOS NATURALES	30
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
5.1. EFECTO DE LA CARRAGENINA EN LA TEXTURA DEL JAMON DE CERDO	31
5.1.1. Devolución del jamón de cerdo	31
5.1.2. Formulación del Jamón de cerdo	32
5.1.3. PERFIL DE TEXTURA DEL JAMON DE CERDO ELABORADO CON CARRAGENINA	33
5.1.3.1. Elasticidad del jamón de cerdo elaborado con carragenina	33
5.1.3.2. Dureza del jamón de cerdo elaborado con carragenina	34
5.1.3.3. Cohesividad del jamón de cerdo elaborado con carragenina	35
5.1.3.4. Masticabilidad del jamón de cerdo elaborado con carragenina	36
5.1.3.5. Gomosidad del jamón de cerdo elaborado con carragenina	37
5.2. INFLUENCIA DE ANTIMICROBIANOS NATRURALES EN LA VIDA UTIL DEL JAMON DE CERDO	39
5.2.1. Proceso de elaboración del jamón de cerdo con antimicrobianos naturales	39
5.2.2. CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL JAMON DE CERDO CON ANTIMICROBIANOS NATURALES	41

	Pág.
5.2.3. MICROBIOTA DEL JAMON DE CERDO ELABORADO CON ANTIMICROBIANOS NATURALES EN CONDICIONES OPTIMAS Y CRITICAS	42
5.2.4. VIDA UTIL SENSORIAL DEL JAMON DE CERDO	48
5.3. COMPARACION DE DEVOLUCIONES DEL JAMON DE CERDO ELABORADO CON CARRAGENINA Y ANTIMICROBIANOS NATURALES	49
5.3.1. Devoluciones por abombamiento en Octubre de 2015	49
5.3.2. Devoluciones por aparición de Limo	51
5.3.3. Devoluciones por pérdida de vacío	52
6. CONCLUSIONES	58
7. RECOMENDACIONES	59
8. BIBLIOGRAFIA	60

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Material de empaque y especificaciones	12
Tabla 2. Requisitos de composición y formulación para jamones cocidos y fiambres	15
Tabla 3. Requisitos microbiológicos para productos cárnicos cocidos	17
Tabla 4. Formulaciones propuestas para el mejoramiento de textura del jamón de cerdo	19
Tabla 5. Índice de relación de las condiciones del producto	20
Tabla 6. Balance de composición porcentual de las muestras control y propuestas para mejorar la textura del producto final	21
Tabla 7. Flujogramas del proceso de elaboración empleados	22
Tabla 8. Formulaciones con antimicrobianos naturales para mejorar la vida útil del producto	24
Tabla 9. Índices de relación de condiciones del producto	25
Tabla 10. Flujograma de elaboración del jamón con antimicrobianos naturales	26
Tabla 11. Devoluciones del jamón de cerdo afectado de manera directa por abombamiento	31
Tabla 12. Instructivo de elaboración del jamón de cerdo con antimicrobianos naturales	39
Tabla 13. Especificación de Tumbleado del Jamón de cerdo	40
Tabla 14. Características químicas del jamón con antimicrobianos naturales	41
Tabla 15. Pérdida Total	50
Tabla 16. Kg de Jamón de cerdo afectados por pérdida de vacío	52
Tabla 17. Plan de acciones correctivas para producto no conforme	53
Tabla 18. Acciones correctivas y elevadas en la etapa de cocción	56

LISTA DE GRAFICOS

	Pág.
Grafico 1. Devoluciones por abombamiento en octubre del 2014	32
Grafico 2. Análisis de medias para la elasticidad del jamón de cerdo elaborado con carragenina	33
Grafico 3. Análisis de medias para la dureza del jamón de cerdo elaborado con carragenina	34
Grafico 4. Análisis de medias para la cohesividad del jamón de cerdo elaborado con carragenina	35
Grafico 5. Análisis de medias para la masticabilidad del jamón de cerdo elaborado con carragenina	36
Grafico 6. Análisis de medias para la Gomosidad del jamón de cerdo elaborado con carragenina	37
Grafico 7. Microbiota del Jamón de cerdo muestra control a T° critica	42
Grafico 8. Microbiota del Jamón de cerdo muestra control a T° optima	43
Grafico 9. Microbiota del Jamón de cerdo muestra 4 a T° critica	44
Grafico 10. Microbiota del Jamón de cerdo muestra 4 a T° optima	44
Grafico 11. Microbiota del Jamón de cerdo muestra 5 a T° optima	45
Grafico 12. Microbiota del Jamón de cerdo muestra 5 a T° critica	45
Grafico 13. Comparativo de tiempo de vida útil de las muestras evaluadas microbiológicamente en almacenamiento a T° critica y optima	47
Grafico 14. Valoración de los descriptores sensoriales en función del tiempo	48
Grafico 15. Productos afectados de manera directa por abombamiento	50
Grafico 16. Productos afectados de manera directa por aparición de limo	51

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Flujograma del proceso	13
Figura 2.	Tumbler (masajeador)	38
Figura 3.	Comparación del jamón de cerdo con diferentes procesos de mezclado aplicados	40

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Proceso encontrado en el diagnóstico inicial	65
Anexo 2. Proceso utilizado en formulaciones propuestas	66
Anexo 3. Fichas técnicas de conservantes utilizados	67
Anexo 4. Resultados TPA muestras 0, 1 ,2 y 3	71
Anexo 5. Variación de los descriptores sensoriales en función del tiempo para las muestras del jamón de cerdo almacenados a 4°C	72
Anexo 6. Proceso de elaboración	73

RESUMEN

Los cambios texturales pueden ser explicados en términos de la influencia de la presencia de carragenina o alginato de sodio sobre la gelificación de las proteínas, es decir, el efecto sobre la matriz durante el proceso de formación de malla ordenada debido a la desnaturalización de las proteínas. La interacción de los hidrocoloides como la carragenina con las proteínas musculares lleva a un cambio en la textura en el jamón de cerdo cocido (Fernández, 2009). Diversos autores han concluido que la presencia de lactato en los productos cárnicos reduce la formación de exudados y disminución de la actividad acuosa debido a su capacidad taponadora, que estabiliza los valores de pH a lo largo de su vida útil.

En este trabajo de práctica empresarial se realizó un cambio en el proceso de elaboración del jamón de cerdo y utilizó la carragenina al 1% a partir de la formulación base (control existente inicialmente), en la mejora de la textura; se empleó mezcla de antimicrobianos naturales: **Mezcla 1** (Lactato y Diacetato de sodio y ácido acético en 1.5% metabisulfito y ascorbato) y **Mezcla 2** (acetato de sodio, diacetato de sodio, citrato de sodio, eritorbato de sodio, sal, anticompactante y Nisina en 0,4%) en la mejora de la vida útil del jamón de cerdo en la empresa Carnes Casablanca S.A. las formulaciones propuestas con antimicrobianos naturales fueron evaluadas de manera química, microbiológica en almacenamiento a T° críticas (6-9 °C) y óptimas (0-4°C). La formulación con carragenina y antimicrobianos naturales con mejores resultados de vida útil microbiológica fue evaluada sensorialmente.

Con la **Mezcla 1** (L-Lactato de sodio y el diacetato sódico y ácido acético en 1.5% metabisulfito y ascorbato) añadidos a la formulación del jamón de cerdo, se logró ejercer un efecto bacteriostático sobre patógenos *L. monocytogenes*. Y bacterias alterantes BAL (Bacterias ácido lácticas) y AM (aerobios mesófilos) causantes del inflamamiento y deterioro del producto, durante la vida útil, asegurando el control de los niveles de contaminación durante 52 días en almacenamiento a temperatura óptima y 46 días en temperatura crítica. Se establece una vida útil sensorial de 40 días y se logra disminuir el % de pérdidas por devolución del 59,33% al 1,18 % generando un impacto económico positivo.

Palabras clave: Acetatos, bacterias, carragenina, diacetatos, mejoramiento, microorganismos, jamón sánduche, Lactato, pérdidas, proceso, nisina, rendimiento, vida útil.

INTRODUCCION

La carne es uno de los alimentos más nutritivos de consumo humano, debido a su aporte en proteínas, grasas, vitaminas y minerales de alto valor biológico. La carne provee calorías procedentes fundamentalmente de su contenido de lípidos, pero su contribución primordial a la dieta son las proteínas, las vitaminas del complejo B, ácidos grasos y ciertos minerales como hierro, zinc y fósforo (Malavé, 2006).

El consumo de carnes frías en Colombia tiende a incrementarse con el pasar del tiempo, posiblemente debido a la incorporación de nuevas tecnologías que disminuyen el costo del producto y la aplicación de otras que garantizan calidad y mayor vida útil. Para el año 2007, el total del mercado de las carnes frías en Colombia fue de 71.206 toneladas, que corresponden a \$833.404 millones de pesos. La participación del jamón de cerdo y de res es de un 9% (6.408 Ton) respecto al total de la producción y un 13% (\$108.342 millones de pesos) del total de los ingresos generados por su comercialización (Nielsen, 2008).

La calidad es influenciada por muchos factores, como el tecnológico, condiciones de almacenamiento, tipo de corte, composición de la salmuera inyectada, masajeo, tiempo y temperatura de cocción (Delahunty *et al.*, 1997). La calidad puede ser evaluada por varias características sensoriales como apariencia, textura y sabor. Sin embargo, es razonable asumir que existen algunas relaciones entre constituyentes químicos como: agua, proteína, grasa, sal, minerales; y atributos físicos como: terneza, dureza, jugosidad, cohesividad, gomosidad, elasticidad, adhesividad y color (Cheng, 2004).

Las actuales investigaciones apuntan al desarrollo de tecnologías para la elaboración de nuevos productos, extensión de su vida útil y seguridad. La creciente demanda de productos procesados y listos para el consumo, plantea un importante reto para la seguridad alimentaria y ha conducido al desarrollo de tratamientos de cocción que permitan inhibir el crecimiento microbiano, manteniendo las características de calidad y frescura de los alimentos. En este sentido, el control de la temperatura es imprescindible para alcanzar la vida útil que permita una adecuada comercialización del alimento (Simpson *et al.*, 1989).

Asimismo la capacidad que tienen algunos microorganismos de crecer a temperaturas de refrigeración en productos como el jamón cocido, que proporciona unas condiciones adecuadas para su crecimiento (Garriga, 2001; Blom *et al.*, 1997), podemos considerar este patógeno como un riesgo para la seguridad de este tipo de productos

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la aplicación de carragenina y antimicrobianos naturales en la mejora de la textura y vida útil del jamón de cerdo.

1. JUSTIFICACION

En Colombia, existen aproximadamente 314 empresas nacionales dedicadas a la producción de cárnicos procesados; solo el jamón lonchado representó en ventas 28 Millones de dólares para el año 2002 (ESPAÑA, 2005)

El sector cárnico ha presentado grandes pérdidas económicas, ocasionadas mayoritariamente por la deficiencia en la cadena de frío durante la producción, el transporte, el almacenamiento y la comercialización, situación que potencia el crecimiento de microorganismos resistentes al tratamiento térmico o aquellos que pueden penetrar secundariamente durante la manipulación en las salas de lonchado y empacado, lo que presenta problemas de estabilidad microbiológica (J. Tirado, *et al.* 2009)

El abombamiento de los empaques, la sinéresis, los cambios de color, el limo superficial y la aparición de lechosidad son deterioros comunes en jamones cocidos lonchados empacados al vacío, defectos de calidad que pueden causar rechazo por parte de los consumidores (Buelvas S, *et al.*, 2012)

En Carnes Casablanca S.A. Existía la necesidad de realizar un estudio sobre la formulación y el proceso de elaboración del Jamón de cerdo ya que era el principal producto causante de alto porcentaje de pérdidas por devoluciones ocasionadas por abombamiento, aparición de limo, pérdida de vacío y por presentar comportamientos indeseados durante la producción como inestabilidad en la textura. De acuerdo a esto fue indispensable realizar minuciosamente un diagnóstico y estudio que permitió mejorar las condiciones de vida útil y las características químicas, microbiológicas y sensoriales del producto.

En este orden de ideas el propósito de este proyecto fue evaluar el uso de carragenina y antimicrobianos naturales para mejorar la textura y vida útil del jamón de cerdo; de acuerdo a los resultados obtenidos el diseño de un plan de acción correctiva en el proceso de elaboración según los desvíos identificados en el proceso y los PCC, como lo indica el plan HACCP garantizando la inocuidad y calidad del producto. Permitiendo que la imagen de calidad sea satisfactoria y la disminución de las pérdidas ya que este producto presenta una gran demanda.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la carragenina y antimicrobianos naturales en la mejora de la textura y vida útil de jamón de cerdo.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar el efecto de la carragenina en la textura del jamón de cerdo.
- Establecer la influencia de antimicrobianos naturales sobre la vida útil del jamón de cerdo.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1. CARNES CASABLANCA S.A.

3.1.1. Historia

1982: (2 de Julio) Industrias Casablanca empezó en un pequeño negocio de barrio de 20 metros cuadrados. Era una carnicería de gancho y baldosín de 10x10 en Manrique Oriental, su nombre era La Costeña, constaba de dos plantas con cava de congelación, una mesa y un molino No. 32 Hobart para hacer chorizos.

1986: comienza el proyecto un nuevo punto de venta ubicado en la 80 y con estrategias diferentes a lo que se encontraba en el mercado, para eliminar el nombre de carnicería y hacer un supermercado especializado en carnes.

Por medio de un concurso nace el nombre de Súper Carnes Casablanca, más adelante se dejó solo Carnes Casablanca.

1993: (23 de noviembre) Se adquirió el primer cúter, y con este la idea de una marca diferente a Casablanca para carnes frías y fue cuando nació la marca Carnelly. El punto de la 80 se dividió en dos partes, uno para Casablanca y otro para Carnelly.

Entre el **1998 y el 2000** La marca se extendió a carnelly, supercarnelly y Casablanca. Todas las grandes cadenas codificaron el producto (Carrefour, el éxito, Carulla, makro, consumo y la mayoría de los minimercados) y se extendió la operación de mercadeo para todo el país.

2005: la compañía hizo una alianza con Itacol (compañía de concentrados) para crear una nueva empresa de genética porcina que se llamó Porcigenes, con el fin de proveer a nuestra industria de carne de cerdo de muy buena calidad.

La granja multiplicadora se construyó en el municipio de Girardota en una finca que se llama "la cumbre".

2009: Se obtuvo la certificación HACCP (análisis de puntos críticos de control).

Carnes Casablanca, cuentan hoy con una **planta** de 4.000 Mt/2, con la más avanzada tecnología, buscando siempre el mejoramiento continuo y 5 **tiendas** Casablanca en Medellín.

3.1.1. Misión

Carnes Casablanca es una empresa productora y comercializadora a nivel nacional de carnes frescas, embutidos cárnicos y madurados, con cumplimiento estricto a normas de calidad e inocuidad para ofrecer a nuestros clientes la máxima satisfacción a su paladar. Generar crecimiento en ventas y Posicionamiento en el mercado nacional. Para ello, nos apoyamos en los valores de Disciplina, orden, respeto, Lealtad y Servicio al Cliente.

3.1.2. Visión

Carnes Casablanca S.A en el 2015 será reconocida a nivel nacional, por ser competitiva en producción y comercialización de productos cárnicos y embutidos. Superando las necesidades y expectativas de nuestros clientes a nivel nacional, mediante su excelente calidad, inocuidad y servicio al cliente.

3.2. JAMON DE CERDO

3.2.1. Definición

Producto cárnico procesado, cocido, embutido, moldeado o prensado, elaborado con musculo sea este entero o troceado, con la adición de sustancias de uso permitido, se excluyen los sistemas homogenizados y picados. El producto elaborado hace referencia a la especie animal empleada (NTC 1325,2008).

3.2.2. Materias primas y funciones

3.2.2.1. Carne

La carne usada en la preparación de productos cocidos de musculo 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.

En carnes Casablanca S.A. actualmente para la elaboración del jamón de cerdo se utiliza como materia prima cárnica, pierna importada y terceras de cerdo.

3.2.2.2. 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 sapidéz.

Utilizada en concentraciones que oscilan en torno al 2%, tecnológicamente la sal juega un papel importante en la solubilización de las proteínas cárnicas y en la expansión de sus estructuras cuaternarias, ya que supone el principal aporte a la

fuerza iónica del producto, debilitando las uniones electrostáticas, existentes entre los grupos -COO^- Y -NH_4^+ , contribuyendo, por tanto, a la retención de agua y a la ligazón entre los músculos en el producto terminado.

3.2.2.3. Azúcares

Los azúcares se añaden para proporcionar sabor y materia seca a la salmuera. Adiciones de cantidades superiores a 7 gr/Kg como sacarosa en el producto final, proporcionan al producto un sabor dulce que no podrá ser cubierto por un incremento en el contenido en sal.

3.2.2.4. Proteínas

Su función principal es la retención de agua, aumentar la dureza del producto final y finalmente contribuir a la relación entre humedad/proteína. Existen diferentes proteínas a utilizar.

El plasma tiene una alta retención de agua por su contenido en proteínas (80%), pero tiene el problema de su sabor, por lo que no se puede utilizar en dosis muy altas. Cantidades superiores a 8 gr/kg sobre producto final afectan al sabor. Normalmente se utiliza combinado con otras proteínas, como el colágeno.

Otras proteínas podrían ser las proteínas de leche como el caseinato, la lactoalbúmina y el lactosuero. El caseinato tiene una baja capacidad de retención de agua, aunque puede ser útil en productos de muy baja inyección o en productos mermados (productos de alta calidad) porque confiere un brillo especial al corte del producto.

3.2.2.5. Féculas

Pueden ser de papa, de trigo o de yuca (mandioca). Cuando se trabaja con fécula de trigo es necesario cocer hasta 70-71°C en el centro de la pieza. Con fécula de papa es suficiente cocer hasta 68-69°C en el centro. La fécula de papa da como resultado un producto en el que se nota más su presencia que en el caso de la de trigo. Sobre todo en productos de alta inyección, es necesario incorporar algún saborizante para tapar el sabor de la fécula.

La fécula tiende a sedimentar en la salmuera por lo que es necesario darle cierta viscosidad para mantener la fécula en suspensión.

3.2.2.6. 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, oleorresinas de especias naturales, infusiones de especias, verduras y frutas, extractos de humo, etc.

3.2.2.7. Colorantes

El carmín de cochinilla es el colorante más utilizado universalmente en la fabricación de jamón cocido, ya que el tono rosado que confiere al jamón es

bastante natural. Es un colorante natural rojo extraído de los cuerpos desecados de las hembras del insecto *coccus cacti*, cultivados sobre el cacto *Napolea coccinellifera* presente en el Perú, Guatemala, México y Canarias. El principal colorante presente en el carmín es el ácido carminico ($C_{22}H_{20}O_{13}$). Su mejor característica es la gran estabilidad a la luz, a la variación de pH y al tratamiento térmico.

3.2.2.8. Nitritos

El nitrito no actúa sobre la carne como tal, sino que la principal responsable de los efectos producidos es la molécula de óxido nitroso.

El óxido nitroso libre así formado es sumamente reactivo y reacciona parcialmente con la mioglobina formando nitrosomioglobina, pigmento responsable del característico color rosado del jamón cocido.

El resto de óxido nitroso no fijado por la mioglobina tiene diferentes destinos: una parte se pierde por evaporación directa, y otra, prosigue en el proceso de reducción hasta formación de nitrógeno que también se evapora. Parte reacciona con las proteínas musculares y con las grasas. Otra parte reacciona con los aditivos antioxidantes, especialmente con ascorbato y eritorbato.

La formación de color empieza con la reacción del óxido nitroso con la mioglobina para formar nitrosomioglobina, que se descompone posteriormente en globina y nitrosomicrocromógeno, verdadero responsable del color rosado. Este grupo se produce por la fijación del óxido nitroso al anillo tetrapirrólico central de la mioglobina, que se desprende de la proteína. El nitrosomicrocromógeno se genera a partir de los restos de hemoglobina presentes en la carne, contribuyendo también al color final. Su estabilidad se verá incrementada por la cocción a temperatura elevada (requiere mínimo de 65°C para que sea mínimamente estable).

3.2.2.9. Antimicrobianos naturales

La tendencia general a reducir los niveles de aditivos sintéticos añadidos a los alimentos ha aumentado el interés hacia los antimicrobianos naturales, producidos por bacterias seleccionadas.

- **Lactato- Diacetato**

Los lactatos sódico y potásico son sales de ácido láctico presentes de forma natural en el tejido animal. El lactato actúa como agente bacteriostático incrementando la fase de latencia de los microorganismos. La acción específica del lactato se atribuye a mecanismos que interfieren en el metabolismo en el metabolismo microbiano tales como la acidificación intracelular y la interferencia del transporte de protones a través de la membrana celular.

El lactato tiene un espectro de actuación amplio, mostrándose efectivo contra microorganismos Gram- positivos y Gram-negativos. Entre ellos, se ha descrito su capacidad para inhibir el crecimiento de patógenos tales como *Salmonella*,

L.monocytogenes, *S. aureus* y *Clostridium*. Además el lactato provoca una reducción de los valores de a_w de los alimentos (Rodríguez, 2005).

Los lactatos presentan, un pH neutro, de manera que su aplicación no altera el pH del alimento. La presencia de lactato en los productos cárnicos reduce la formación de exudados debido a su capacidad taponadora, que estabiliza los valores de pH a lo largo de su vida útil (Rodríguez, 2005). Diversos autores han descrito los efectos antimicrobianos de los lactatos añadidos a productos cárnicos (Shelef y Potluri, 2005; Eckert y col., 1997; Devlieghere y col., 2000). Cantidades de lactatos entre un 2-4% inhibieron el crecimiento de *L.monocytogenes* en productos cárnicos refrigerados entre 1 y 10°C (Weaver y Shelef, 1993)

Por otro lado, el diacetato sódico, acidificante de origen natural, es también un potente agente antimicrobiano. Diversos estudios han descrito su capacidad para inhibir *L.monocytogenes*, a concentraciones iguales o superiores al 0.2%, en productos cárnicos (Schlyter y col., 1993; Blom y col., 1997). La aplicación combinada del lactato y diacetato sódico provoca un efecto sinérgico que incrementa su efecto inhibitorio contra *L. monocytogenes* (Samelis y col., 2000; Mbandi y Shelef, 2002).

3.2.2.10. Bacteriocinas

Las bacterias ácido lácticas (BAL) forman parte de la microbiota endógena de la carne y juegan un importante papel en su conservación. Las BAL inhiben el crecimiento del crecimiento de microorganismos alterantes y patógenos, gracias a la competencia por los nutrientes y a la producción de metabolitos antimicrobianos tales como: ácidos orgánicos, peróxido de hidrogeno, dióxido de carbono, diacetilo, etanol y bacteriocinas (Hugas, M. *et al.* 2002).

La nisina es la única bacteriocina incluida en la lista positiva de aditivos alimentarios RD 142/2002 (Ministerio de sanidad y Consumo, 2002). La nisina es la única bacteriosina producida industrialmente, en el mercado se pueden encontrar productos derivados de fermentaciones microbianas que contienen bacteriosinas.

La efectiva inhibición de *L.monocytogenes* por parte de bacteriocinas se han demostrado en gran variedad de productos cárnicos: en carne fresca (Nielsen y col., 1990), en embutidos fermentados (Campanini y co., 1993) en salchichas tipo Frankfurt (Youseft y col., 1991) y en jamón cocido (Aymerich y col., 2005).

3.2.2.11. 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.

3.2.2.12. Eritorbato o Ascorbato sódico

Actúan como antioxidante del nitrito permitiendo una larga duración del color rosado en el producto. Es imprescindible en la formulación de cualquier salmuera. La cantidad mínima de ascorbato a añadir en salmuera para que sea activo es de 0,5 gr/Kg sobre producto final. La cantidad de eritorbato es más alta ya que su actividad es más baja, recomendándose 0,8–1gr/Kg. sobre producto final.

3.2.2.13. Carragenina

Tanto carrageninas como alginatos son extracto de algas. Los más usados en la fabricación de jamón cocido son los carragenatos.

Algunas mezclas tienen una viscosidad potenciada a fin de poder usarse como espesantes de salmuera. 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 de gel formado, afectando su dureza, flexibilidad, transparencia, color y sinéresis. Las gomas son usadas habitualmente como espesantes en salmuera.

3.2.2.14. Potenciadores de sabor

Son sustancias que sin modificar el sabor propio del producto, exaltan la percepción olfato-gustativa de este sabor. El más utilizado es el glutamato monosódico, producto producido industrialmente por fermentación de melazas.

3.2.3. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL JAMÓN DE CERDO

3.2.3.1. Descripción del proceso

Las etapas de la producción de jamón de cerdo son, en su orden, recepción de la materia prima seca, recepción de materia prima cárnica, almacenamiento de materias primas, pesaje, molienda de la carne, mezclado, embutición, cocción, enfriamiento, tajado, empaque almacenamiento del producto terminado.

- **Recepción de materia prima seca**

La recepción y manipulación de la materia prima seca debe realizarse cumpliendo con los requisitos sanitarios que la empresa destine para tal fin. La materia prima debe cumplir con las especificaciones fisicoquímicas y organolépticas para su aceptación o, en su incumplimiento, rechazo según la norma NTC 1325.

- **Recepción de materia prima cárnica**

Según la necesidad del área comercial el coordinador de materia prima cárnica realiza el cálculo de los requerimientos de carne teniendo en cuenta también el inventario actual, para el jamón sánduche de cerdo se utiliza:

Pierna importada de cerdo llega en container congelada entre -15°C y -18°C, pasta de pollo congelada importada proveniente de Agro súper (Chile), a estos

productos se les realiza un muestreo microbiológico donde se evalúa (Coliformes Totales, *E-Coli*, Esporas *Clostridium* y *Salmonella*), estos son monitoreados por calidad y deben llegar con la documentación de importación, certificados de calidad, documentación de nacionalización, ICA, INVIMA, DIAN.

Carnes Casablanca cuenta con sala de desposte y deshuese de res y de cerdo esta área pasa la necesidad de carne al área de carnes industriales; para el jamón de cerdo se utiliza Manero- Brazuelo y carne de cerdo (70/30), a las cuales se les realiza control microbiológico.

- **Almacenamiento de materia prima**

Después de obtenidas las materias primas, se toman muestras y estas son enviadas al laboratorio. El almacenamiento tanto de materia prima seca y de materia prima cárnica se realiza según los requisitos del Decreto 3075 y el plan HACCP. La materia prima seca es separada y seleccionada según el tipo: alérgenos, no alérgenos, saborizantes, colorantes y sustancias controladas, posteriormente se realiza el rotulado de cada producto para luego ser almacenada a temperatura ambiente.

La pierna importada es almacenada en cava de congelación a temperatura entre (-18° C y 0°C), la que se requiere para procesar pasa al túnel de descongelación la cual sale entre (0°C y 1°C). La carne descongelada y la que se utiliza en el día es almacenada en cava de refrigeración a temperatura entre 0° C y 4°C.

- **Creación de la orden de producción**

Según la cantidad requerida del área de ventas, se realiza la creación de la orden de producción en el SIOUX (Sistema Integrado de producción y administración), este número de orden se incluye en la programación diaria de producción y posteriormente es programada en bodega, transformación, empaques y producto terminado.

- **Pesaje de materia prima seca**

Las materias primas secas son pesadas en básculas según el requerimiento de la orden de producción, para la elaboración de jamón sánduche estas son por tandas de 800 Kg y son enviadas en canastillas por medio de un malacate al área de transformación.

Corte de la Tripa Jamón Reelsmoke # 3, estos los realiza un operario de bodega manualmente teniendo en cuenta el tamaño de la torre prensa, se realizan cortes largos de 1.43 m y cortos de 1.15 m. Después se efectúa el clipado de estos cortes, con una clipadora manual.

- **Pesaje de materia prima cárnica.**

Estas son seleccionadas según lo que indica la OP (Orden de producción), y pesadas en basculas.

- **Molienda de Carne**

Después de pesada la materia prima cárnica esta pasa al molino por diferentes discos según el tipo de producto, después de molida es enviada al área de producción.

- **Mezclado**

Se realiza en un mezclador Cozzini con capacidad de 800 Kg, inicialmente se adiciona la materia prima cárnica molida, seguido la materia prima seca, el agua y se mezcla por un tiempo de 80 minutos. Durante esta operación se rompen las fibras musculares permitiendo al medio solvente (agua y cloruro sódico) extraer las proteínas solubles. Las proteínas disueltas tienen propiedades fijadoras de agua y grasa, formando emulsiones con una textura adecuada (Lopez y col., 2001).

- **Embutido**

Las barras son embutidas en una embutidora Vemag HP 10 E, con un peso de 8.9 Kg por unidad, y velocidad de 100 piezas por minuto. Las barras embutidas son depositadas en los moldes de 10x10 m y luego organizadas de manera horizontal en la torre prensa con capacidad de 70 moldes, los cuales son prensados en forma hidráulica para luego ser sometidos a un tratamiento térmico

- **Cocción**

Los jamones embutidos son sometidos a tratamiento térmico en un horno de cocción Automático CITALSA con capacidad para 4 torre prensa. Se ejecuta un programa ya establecido para jamón de cerdo cocción a 100% de humedad relativa (HR) Hasta alcanzar Temperatura interna operacional mínimo de (72 – 74)°C, posteriormente se da un tiempo de sostenimiento de 45 minutos aplicando T° de bulbo seco de 78°C. Transcurrido el tiempo de sostenimiento el programa llega a su fin emitiendo una alarma para sacar el producto, antes de sacar el producto se procede a duchado que realiza el mismo horno.

- **Enfriamiento**

Cuando el producto alcanza temperatura mayor o igual a 45°C por fuera del horno, se abre la torre y pasa al túnel de enfriamiento que opera a temperaturas menores a 0°C, el producto se almacena en el túnel hasta alcanzar temperatura interna de 20°C. Un enfriamiento lento, hasta alcanzar una temperatura de (0-2°C) resulta de interés para alcanzar una mayor cohesión del producto (Rodríguez Rebollo, 1998).

- **Desmolde**

Cuando el producto alcanza la temperatura requerida de 2°C es desmoldado manualmente por un operario, las barras de jamón son partidas y depositadas en canastas, las cuales pasan a la cava de refrigeración de producto en proceso hasta alcanzar temperatura interna menor o igual a 7° para luego ser tajado y empacado.

- **Tajado**

Esta etapa del proceso se realiza en una tajadora mega Slice, que opera a 380 rpm, el producto es tajado a una temperatura de 0-4°C, el peso de las tajadas depende de la presentación del producto.

- **Empaque**

El producto se envasa al vacío en un material con baja permeabilidad al oxígeno, con el objetivo de evitar deterioro del color durante su conservación (Rodríguez Rebollo, 1988).se utiliza molde de 11 x 11 cm, en avance de 2x2 o 3x3 cm.

Tabla 1. Material de empaque y especificaciones

MATERIAL DE EMPAQUE	Descripción fondo	Es una película de alta barrera de coextrucción con multicapas y con una estructura de PA/EVOH/PA/PE (siglas en inglés). La película muestra buena transparencia, amplia gama de sellado, excelente barrera contra oxígeno y buen comportamiento mecánico. PA: Poliamida EVOH: Alcohol etílico de vinilo PE: Polietileno
	Descripción tapa	Combinación de poliéster orientado a una película de alta barrera de coextrucción con una estructura de PE/EVOH/PE (siglas en inglés). La película muestra buena transparencia, amplia gama de sellado, excelente barrera contra oxígeno y buen comportamiento mecánico. EVOH: Alcohol etílico de vinilo PE: Polietileno
	Temperaturas	T° sellado: 145 – 150°C T° Formado: 85-95°C Vacío: 4-8 Pa Tiempo de sellado: 1.5 segundos.

Fuente: Los autores, 2015

- **Almacenamiento de producto terminado**

El jamón de cerdo después de ser empacado es enviado a la cava de almacenamiento de producto terminado a (0°C-4°C) para después ser despachado a almacenes de cadena y supermercados. El almacenamiento resulta decisivo para la calidad del producto y para impedir el crecimiento de microorganismos.

3.2.3.2. Flujograma del proceso

A continuación se mencionan los pasos a seguir para la elaboración de jamón de cerdo.

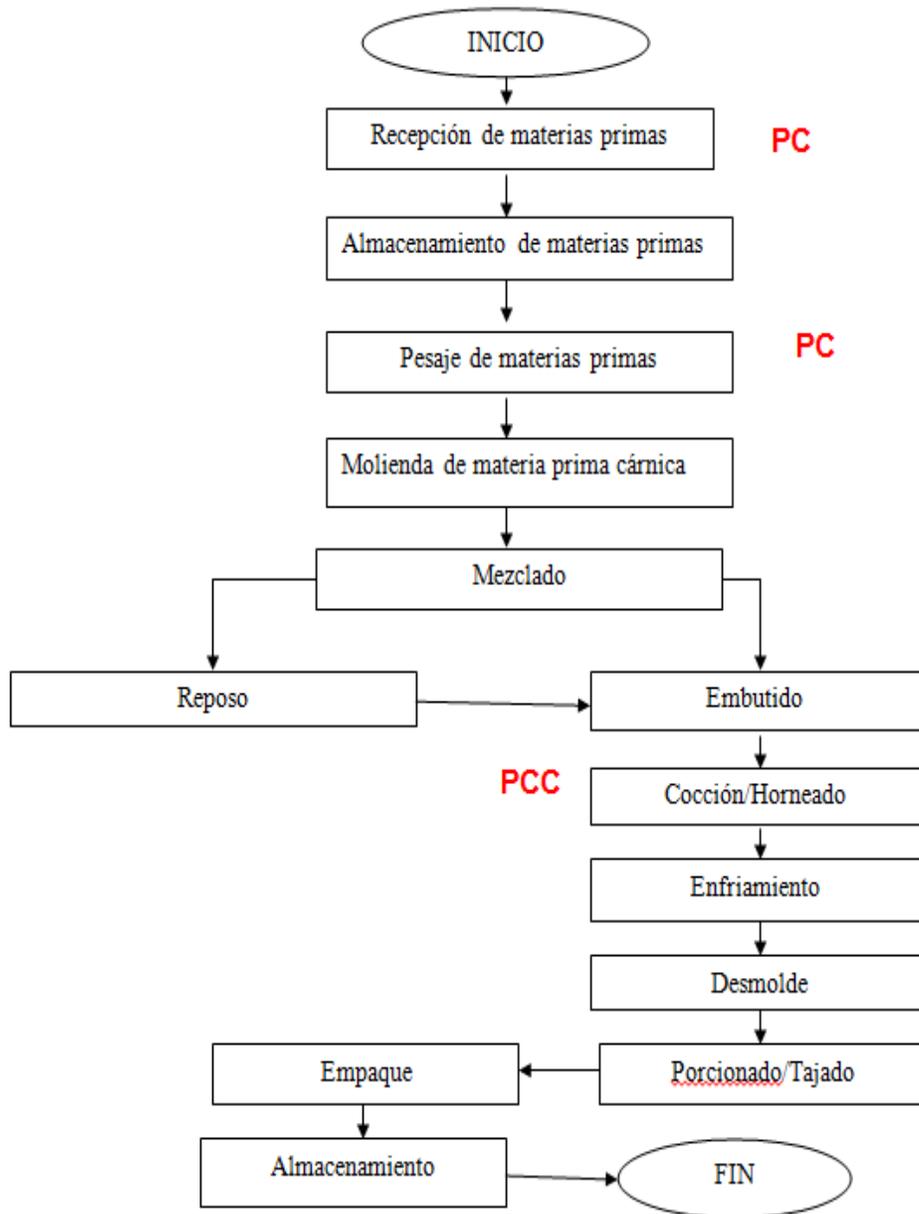


Figura 1. Flujograma del proceso de elaboración de jamón de cerdo

3.2.4. CARACTERISTICAS FISICAS, QUIMICAS Y SENSORIALES DEL JAMON DE CERDO.

3.2.4.1. Características Fisicoquímicas del Jamón de Cerdo

El jamón cocido es un alimento con bajo contenido de sal (2%), valores de pH en torno a 6.0 y actividad de agua superior al 0.95, factores incapaces de inhibir por sí solos los microorganismos relacionados con la contaminación post proceso. La garantía de alimentos seguros para el consumo humano, depende de la aplicación de distintas tecnologías que eliminan los riesgos asociados al deterioro, amplían la vida útil, y conservan las cualidades sensoriales.

La textura es uno de los principales atributos sensoriales; en jamón cocido se ve afectada por constituyentes como tejido conectivo, humedad y estructura de la emulsión, que modifican los atributos sensoriales. Otros estudios reportan la excesiva blandura en jamón cocido como uno de los principales problemas de textura (Guerrero I. *et al.* 2000). En este sentido, el análisis de perfil de textura (TPA) es una prueba instrumental imitativa, usada para la evaluación de la textura en alimentos y frecuente en la valoración de jamón cocido (Ruiz-Ramírez J, 2006).

Recientemente han sido desarrollados una serie de hidrocoloides, diseñados para atrapar humedad, capaces de retener y estabilizar el agua en proporciones altas, siendo funcionales en ambientes poco favorables como al vacío, baja temperatura, concentración de sal y pH. Dentro de estos hidrocoloides son considerados principalmente las carrageninas, (Xantana, Guar, Algarrobo) y los alginatos.

El efecto de la adición de carragenatos sobre las propiedades funcionales en la formulación de productos cárnicos han sido estudiadas por varios autores (Ayadi *et al.*, 2009). De otra parte Bater *et al.*, 1992) encontraron que las carrageninas mejoran el rendimiento, tajado, textura y disminuyen la sinéresis. En salchichas las carrageninas también incrementan la dureza cuando son adicionadas en soluciones acuosas, reemplazando parte de la grasa, mejorando la capacidad de retención de agua (Barbut y Mittal, 1992). De otra parte (Xiong *et al.*, 1999) y (Pietrasik, 2003) observaron que las carrageninas incrementan el rendimiento en cocción, dureza y fuerza de corte en salchichas bajas en grasa.

En la comercialización de este producto en Colombia, se tienen grados de calidad de los productos denominados productos cárnicos procesados cocidos Jamones cocidos, los mismos que deben cumplir con ciertas especificaciones técnicas de composición que se muestran en la (Tabla 2).

Tabla 2. Requisitos de composición y formulación para jamones cocidos y fiambres.

Parámetro*	Premium		Seleccionada		Estándar	
	% mín	% máx	% mín	% máx	% mín	% máx
Proteína (N x 6,25), en fracción de masa	14		12		10	
Grasa, en fracción de masa		6		10		10
Humedad, en fracción de masa		86		88		90
Almidón, en fracción de masa		3		5		7
Proteína no cárnica, en fracción de masa		1		3		6
<p>* Los resultados obtenidos para cada parámetro se expresan en fracción de masa según el Sistema Internacional de Unidades, S.I., anteriormente se usaba la notación % <i>m/m</i> pero esta no es aceptada en el S.I. De acuerdo con el S.I., se expresa la fracción de masa del constituyente <i>x</i>, con el símbolo W_x.</p> $W_x = m_x / m$ <p>en donde</p> <p>m_x es la masa del constituyente <i>x</i></p> <p>m la masa total.</p> <p>Esta cantidad se expresa frecuentemente en porcentaje, %; se usará el factor de conversión 1 % = 0,01.</p>						

Fuente: NTC 1325 Quinta actualización, 2008.

3.2.4.2. Características sensoriales del Jamón de cerdo

Los objetivos de la evaluación sensorial en carne y productos cárnicos, se centran fundamentalmente en caracterizar sensorialmente estos alimentos y en detectar las variaciones sensoriales que se producen como consecuencia de los distintos métodos de cocinado de la carne (Guardiá, 1997). El perfil sensorial identificado se relaciona fundamentalmente con la composición química del alimento (Prandl y Fisher, 1994).

En la apariencia de un producto cárnico cocido se evalúan forma, color, brillo y opacidad. El color de la carne está determinado casi en su totalidad (80%) por su contenido en mioglobina que es el pigmento predominante en carne, determinando su estado químico las principales diferencias observadas en el color de la superficie de la carne. Como consecuencia del tratamiento térmico de los productos cárnicos, se produce en general una disminución en el color rosa y un aumento en el color marrón en este sentido, el color rosado característico del jamón cocido, se debe a la formación de ferrohemocromo consecuencia de la aplicación de calor (Price y Schweigert, 1994).

En general tras el tratamiento térmico de la carne se observan modificaciones en su aroma y sabor que variarán en función de la temperatura alcanzada, tales como una disminución del sabor metálico. En el jamón cocido, es apreciado

positivamente la aparición de aroma a curado que varía con la temperatura de tratamiento.

En el jamón cocido, los atributos de textura especialmente valorados por los consumidores son una buena cohesión (relacionada con la adición de fosfatos, con la temperatura de tratamiento y con la presencia de proteínas en solución), la ternura y la jugosidad al masticar (relacionado con la adición de citratos al jamón cocido), la ausencia de grietas y huecos, y una escasa presencia de tejido graso intramuscular, así como la ausencia de pintas de sal.

3.2.4.3. Microbiota del jamón de cerdo

El jamón cocido es sometido a un tratamiento térmico suficiente para garantizar su seguridad, sin embargo, cualquier operación posterior de pelado, loncheado, y reenvasado a la que se someta, incrementa los riesgos de contaminación. Durante estas operaciones, diversos microorganismos patógenos procedentes de manipuladores, equipos de fabricación, materias primas y entorno, pueden provocar contaminación cruzada del producto. Cabe destacar la prevalencia de patógenos como *Listeria monocytogenes* en las superficies de los equipos de fabricación en la industria cárnica (Elischerova *et al.*, 1977; Chasseignaux *et al.*, 2001).

Además, la capacidad que tienen algunos microorganismos de crecer a temperaturas de refrigeración en productos como el jamón cocido, que proporciona unas condiciones adecuadas para su crecimiento (Garriga, 2001; Blom *et al.*, 1997), podemos considerar este patógeno como un riesgo para la seguridad de este tipo de productos. En jamón cocido, se establece un límite de 100 unidades formadoras de colonia por gramo (log UFC/g) para *Listeria monocytogenes* al final de la vida útil del alimento (CE, 2005). Entre los principales organismos causantes del deterioro sensorial de los productos cárnicos empacados al vacío, se encuentran las bacterias ácido lácticas, que causan defectos en atributos como sabor, aroma y textura, debido a la formación de los ácidos acético y láctico, durante el desarrollo de la fase de crecimiento logarítmico y particularmente durante la fase estacionaria (Geornaras *et al.*, 2005; Huis, 1996; Korkeala *et al.*, 1989).

Otro serio problema es la aparición de limo o de una solución viscosa dentro del empaque, producida por varias especies de bacterias ácido lácticas como *Leuconostoc mesenteroides*, *subsp. mesenteroides*, *Leuconostoc amelibiosum*, *Lactobacillus sake* y *Lactobacillus curvatus* (Björk, 2005; Mäkelä *et al.*, 1992). Además, estos procesos microbiológicos y los metabolitos secundarios originados, producen alteraciones de color (decoloración y oscurecimiento), aroma y sabor (rancidez causada por oxidación, lipólisis, radiación, calor, etc.) (Huis, 1996).

Las causas de contaminación en embutidos cocidos pueden deberse a la supervivencia de los microorganismos al tratamiento térmico a causa de la aplicación de una temperatura o tiempos de cocción inadecuados. Sin embargo la

mayor causa de contaminación por patógenos se debe a la contaminación cruzada durante la manipulación posterior al tratamiento térmico (CFIA, 1998). La exposición del producto durante el pelado, loncheado, y re envasado supone un riesgo de recontaminación para los productos cárnicos listos para consumo. En el supuesto de contaminación por *L. monocytogenes*, su capacidad para crecer a bajas temperaturas permite su multiplicación en alimentos refrigerados.

Tabla 3. Requisitos microbiológicos para productos cárnicos cocidos

Requisito	n	m	M	c
Recuento de aerobios mesófilos, UFC/g	3	-	100 000	1
Recuento de coliformes UFC/g	3	100	500	1
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> coagulasa positiva, UFC/g	3	< 100	-	-
Recuento de esporas <i>Clostridium</i> sulfito reductor, UFC/g	3	<10	100	1
Detección de <i>Salmonella</i> , /25 g	3	Ausencia	-	-
Detección de <i>Listeria Monocytogenes</i> , /25 g	3	Ausencia	-	-
Recuento de <i>Escherichia Coli</i> /g	3	< 10	-	-
en donde				
n	=	número de muestras que se van a examinar		
m	=	índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad		
M	=	índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad		
c	=	número de muestras permitidas con resultados entre m y M.		

Fuente: NTC 1325 Quinta actualización, 2008.

4. METODOLOGIA

A continuación se describe la metodología que se empleó para la ejecución de cada una de las actividades de los objetivos específicos planteados.

4.1. EFECTO DE LA CARRAGENINA EN LA TEXTURA DEL JAMÓN DE CERDO

Para determinar el efecto de la carragenina en la textura del jamón de cerdo se realizaron las siguientes actividades:

4.1.1. Evaluación de devoluciones del jamón de cerdo

Para evaluar las devoluciones se solicitó al área de calidad los informes generados los últimos tres meses posterior se comparó los resultados y las causas más significativas que ocasionaban devoluciones, finalmente se cuantifica el impacto en Kilogramos (Kg) y los costos que estos representaban para cuantificar las pérdidas.

4.1.2. Estudio de formulación del jamón de cerdo

Se solicitó la formulación base empleada por la empresa para la elaboración del jamón de cerdo, con el fin de analizar las materias primas empleadas como texturizantes, % de proteína cárnica y no cárnica, aditivos.

4.1.2.1. Cambios en formulación base

Se ejecutó un muestreo, donde se analizaron inicialmente cuatro tipo de muestras con diferentes formulaciones propuestas:

Muestra 0. Se elaboró el jamón de cerdo bajos los parámetros utilizados normalmente en la elaboración (adición directa de materias primas secas y mezclado) manteniendo las mismas variables de tiempo y temperaturas de mezclado.

Muestra 1. Se elaboró la misma formulación de la muestra control, esta se elaboró con adición directa de materia prima seca más mezclado, sin la adición de reproceso, bajo condiciones de planta piloto de laboratorios Griffit.

Muestra 2. Se rediseño el Jamón de cerdo con base al mismo bloque cárnico de la formulación utilizada en la muestra Control, esta muestra presento cambios en el balance de humedad, aumento en el % de carragenina, disminución de solidos dentro de la materia prima seca, por criterio de competencia de humedad. se ejecutó con preparación de salmuera posteriormente se pasó a un masajeador (Tumbler) y se adiciono directamente el almidón de papa.

Muestra 3. Se empleó mezcla de fosfatos, y aumento en el % de carragenina, se elaboró con preparación de salmuera previo a la mezcla en mezclador manteniendo el mismo tiempo de mezclado utilizado en la muestra control, realizando adición directa del almidón de papa.

Tabla 4 .Formulaciones propuestas para mejoramiento de textura

INGREDIENTE	+ (mm)	Muestra 0 (Control)	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	% COMPOSICION DE LOS INGREDIENTES								
		%	%	%	%	GRASA	PROTEINA	HUMEDAD	SAL	PO4	NO2	ALM	RE	
Proteína Cármica	13	30	30	24	24	10	19,13	69,67						
Proteína Cármica	5	11	11	18	18	20	17,25	61,75						
Extracto proteico de cerdo (Retenedor de humedad)		0,8	0,8	0,8	0,8		92							10
Proteína de soya		3,7	3,7	3,7	3,7		53	6						
Condimentos		0,347	0,347	0,347	0,347				30					
Antioxidante (Ascorbato de sodio)		0,092	0,092	0,092	0,092									
Acentuador de sabor		0,15	0,15	0,15	0,15									
Mezcla conservantes, a base de ácido sorbico, ácido cítrico		0,30	0,30	0,30	0,30				10					
Mezcla de Fosfatos		0	0	0,15	0						100			
Fosfato (Regulador de acidez)		0,15	0,15	0	0,3						100			
Antioxidante		0,02	0,02	0,15	0,015									
Retenedor de humedad (trigo)		0,57	0,57	0	0	0,2	0,4						97	
Colorante natural		0,035	0,035	0,035	0,035				100					
Maltodextrina		1,021	1,021	0	0									
Dextrosa Monohidratada		0,57	0,57	0,843	0,843									
Colorante artificial		0,018	0,018	0,018	0,018									
Sabor artificial a humo		0,02	0,02	0,02	0,02									
Carragenina (retenedor de humedad)		0,5	0,5	1	1								100	2
Almidón de papa		4,8	4,8	5	5				18				82	
Mezcla de sabor		2,8	2,8	2,8	2,8					2	4		81	
sal		1,5	1,5	1,52	1,52				100					
Salcurante (conservante, fijador de color)		0,09	0,09	0,1	0,1				68		20			

Agua		41	41	41	41			100					
Reproceso		5	0	0	0								
TOTAL CRUDO		100	100	100	100								
MERMA		6%	6%	6%	6%								
TOTAL		94,00	94,00	94,00	94,00								

Fuente: El autor, 2015

Se realizó el cálculo de los parámetros básicos que regulan las condiciones del producto.

Tabla 5. Índices de relación de las condiciones del producto.

INDICES	Muestra 0 (Control)	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
HUMEDAD/PROTEINA	6,9	6,9	7,2	7,2
GRASA/PROTEINA	0,6	0,6	0,6	0,6
SAL/HUMEDAD	2,6	2,6	2,6	2,6
BALANCE H2O %	20	20	19,8	19,7

Se calculó el % de composición para las cuatro muestras mediante un balance de masas teniendo en cuenta la formulación base y las propuestas.

Tabla 6. Balance de composición porcentual de las muestras control y propuestas para mejorar la textura del producto final.

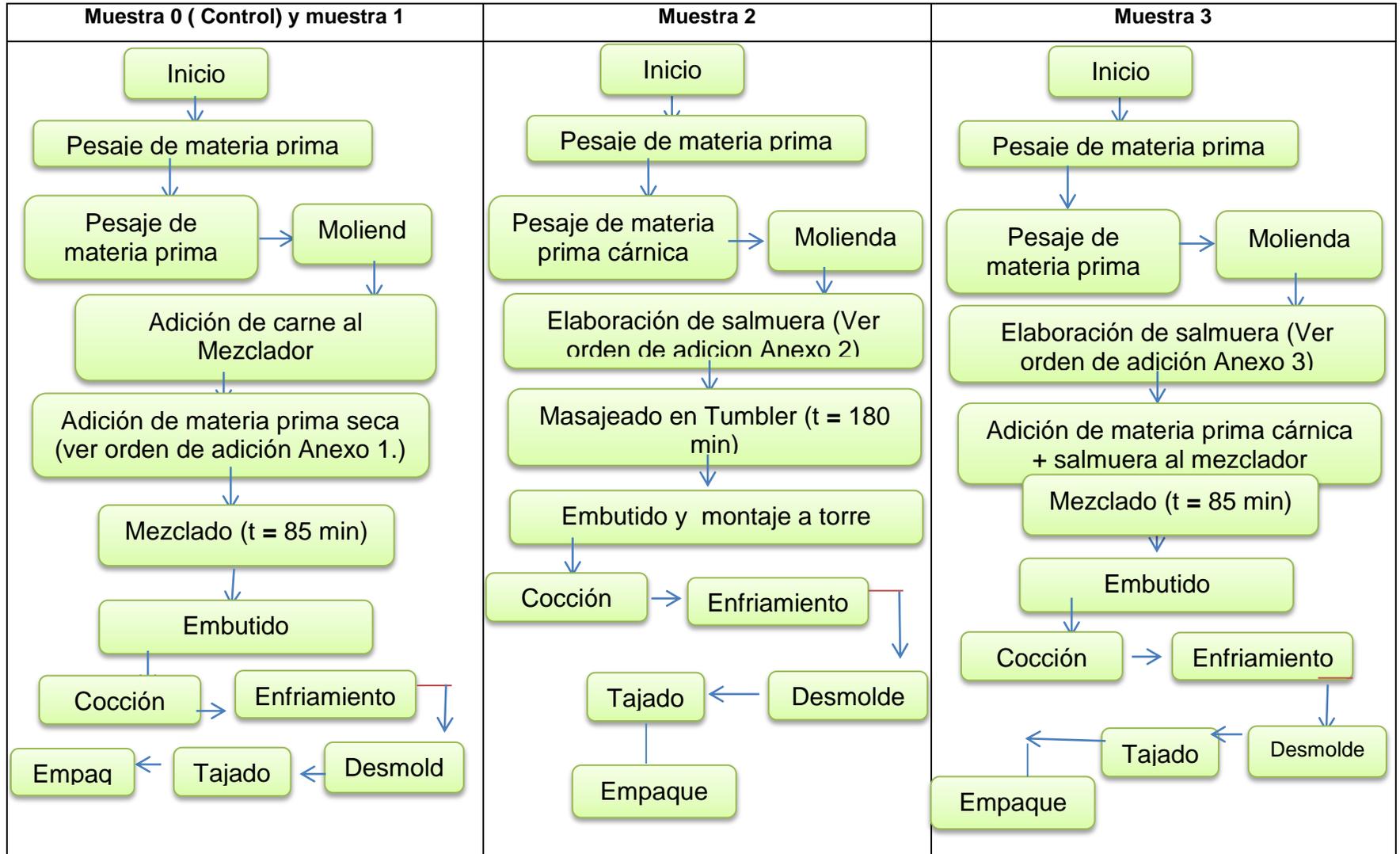
BALANCES DE COMPOSICION PORCENTUAL				
	Muestra 0 (Control)	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
% PROTEINA TOTAL	11,09	11,09	11,13	11,13
% PROTEINA NO CARNICA	2,70	2,70	2,70	2,70
% GRASA	5,53	5,53	6,38	6,38
% HUMEDAD	67,86	67,86	68,05	68,05
% ALMIDONES	7,72	7,72	7,84	7,84
% SAL	1,87	1,87	1,90	1,90
% FOSFATOS	0,28	0,28	0,28	0,44
ppm NITRITOS	180	180	200	200

Fuente: El autor, 2015

4.1.3. Proceso de elaboración del jamón de cerdo

Para la mejora del perfil de textura además del aumento del % de carragenina en la formulación se aplicaron dos métodos diferentes en el proceso de mezclado descritos en la Tabla 7.

Tabla 7. Flujogramas de procesos de elaboración empleados



4.1.4. Evaluación del perfil de textura del jamón de cerdo

La evaluación del perfil de textura del jamón de cerdo elaborado con la aplicación del 1% de carragenina y con cambios en la forma de mezclado de cada una de las materias primas en el proceso, se determinó de manera instrumental en las muestras 0, 1, 2 y 3 en laboratorios Griffit Colombia S.A. Las muestras fueron seleccionadas con sus respectivos códigos se extrajeron 50gr, y se cortaron en las mismas dimensiones de 10 x 10 mm utilizando un cortador de acero inoxidable (PremacS.AR). Las mediciones se obtuvieron mediante un Análisis de Perfil de Textura (TPA) usando un texturometro TA-XT2i (Stable Micro SystemsR), provisto con una celda de carga de 25 Kg y una sonda de 20 mm de diámetro SMSP/20. Las condiciones de operación fueron: velocidad de preensayo 2 mm/s, velocidad de ensayo 10 mm/s, velocidad post-ensayo 5 mm/s y tiempo entre compresión de 1 seg. Las muestras de jamón se comprimieron uniaxialmente un 75% de la altura original en dirección perpendicular a las fibras musculares. Las pruebas se realizaron por repetición de 5 veces, y se determinaron los atributos de dureza, elasticidad, cohesividad, gomosidad, masticabilidad.

4.2. INFLUENCIA DE ANTIMICROBIANOS NATURALES SOBRE LA VIDA ÚTIL DEL JAMON DE CERDO.

A continuación se describe la metodología para evaluar la influencia de antimicrobianos naturales sobre la vida útil del jamón de cerdo.

4.2.1. Formulación base para la aplicación de los antimicrobianos naturales.

De acuerdo a los resultados de las características texturales del jamón de cerdo elaborado con diferentes % de carragenina, se seleccionó el producto de mejores atributos de textura. A partir de esta formulación se sustituyó ácido sorbico y ácido cítrico por dos mezclas: **Mezcla 1:** Lactato y Diacetato de sodio y ácido acético en 1.5% metabisulfito y ascorbato aplicados a la muestra 4; **Mezcla 2:** acetato de sodio, diacetato de sodio, citrato de sodio, eritorbato de sodio, sal, anticompactante y Nisina en 0,4% aplicados a la muestra 5.

Muestra 4. Jamón de cerdo elaborado con salmuera y masajeado en Tumbler, se evaluó el uso de la Mezcla 1, como depresores de actividad acuosa y buenas propiedades antimicrobianas a base de lactatos y acetato de sodio con el objetivo de mejorar la vida útil del producto.

Muestra 5. Se elaboró un jamón de cerdo Masajeado en Tumbler, se evaluó el uso de la Mezcla 2 con el objetivo de mejorar la vida útil del producto.

Tabla 8. Formulaciones propuestas muestra 4 y muestra 5 con adición de antimicrobianos naturales.

INGREDIENTE	φ (mm)	Muestra 0 (Control)	Muestra 4	Muestra 5	COMPOSICION DE LOS INGREDIENTES							
		%	%	%	% GRASA	% PROTEINA	% HUMEDAD	% SAL	% PO4	%NO2	%ALM	RET
Proteína Cárnica	13	30	26,5	29	10	19,43	69,57					
Proteína Cárnica	5	11	16	13,5	20	17,25	61,75					
Extracto proteico de res (Retenedor de humedad)		0,8	0	1		92						10
Extracto proteico de cerdo (Retenedor de humedad)		0	1	0								
Proteína de soya		3,7	3,7	3,7		53	6					
Condimentos		0,347	0,347	0,347				30				
Antioxidante (Ascorbato de sodio)		0,092	0	0								
Acentuador de sabor		0,15	0	0,15								3
Mezcla conservantes, a base de lactatos y di acetatos de sodio, ácido acético.		0	1,5	1,5								
Mezcla conservantes, a base de ACIDO SORBICO, ACIDO CITRICO		0,38	0	0				10				
Mezcla de Fosfatos		0	0,35	0,35					100			
Fosfato (Regulador de acidez)		0,15	0	0					100			
Mezcla de Conservantes: Acetato de sodio, Diacetato de sodio, Citrato de sodio, Eritorbato de sodio, sal, Anticompactante, Nisina.		0	0	0,4								
Antioxidante		0,02	0,05	0								
Retenedor de humedad (trigo)		0,57	0	0	0,2	0,4					97	2
Colorante natural		0,035	0,038	0,038			100					
Maltodextrina		1,021	0	0								
Dextrosa Monohidratada		0,57	0	0								

Mezcla metabisulfito de sodio, acetato de sodio, citrato de sodio, ascorbato de sodio	0	0,4	0								
Colorante artificial	0,018	0,018	0,018								
Sabor artificial a humo	0,02	0	0								
Carragenina (retenedor de humedad)	0,5	1,1	1							100	25
Almidón de papa	4,8	7,867	7,8			18				82	3
Mezcla de sabor	2,8	2,8	0				2	4		81	4
sal	1,5	1,5	1,52				100				
Sal curante (conservante, fijador de color)	0,09	0,1	0,13				68		20		
Agua	41	39,5	39,5			100					
Reproceso	5	0	0								
TOTAL CRUDO	100	100	100								
MERMA	6%	3%	6%								
TOTAL	94,00	97,00	94,00								

Fuente: El autor, 2015

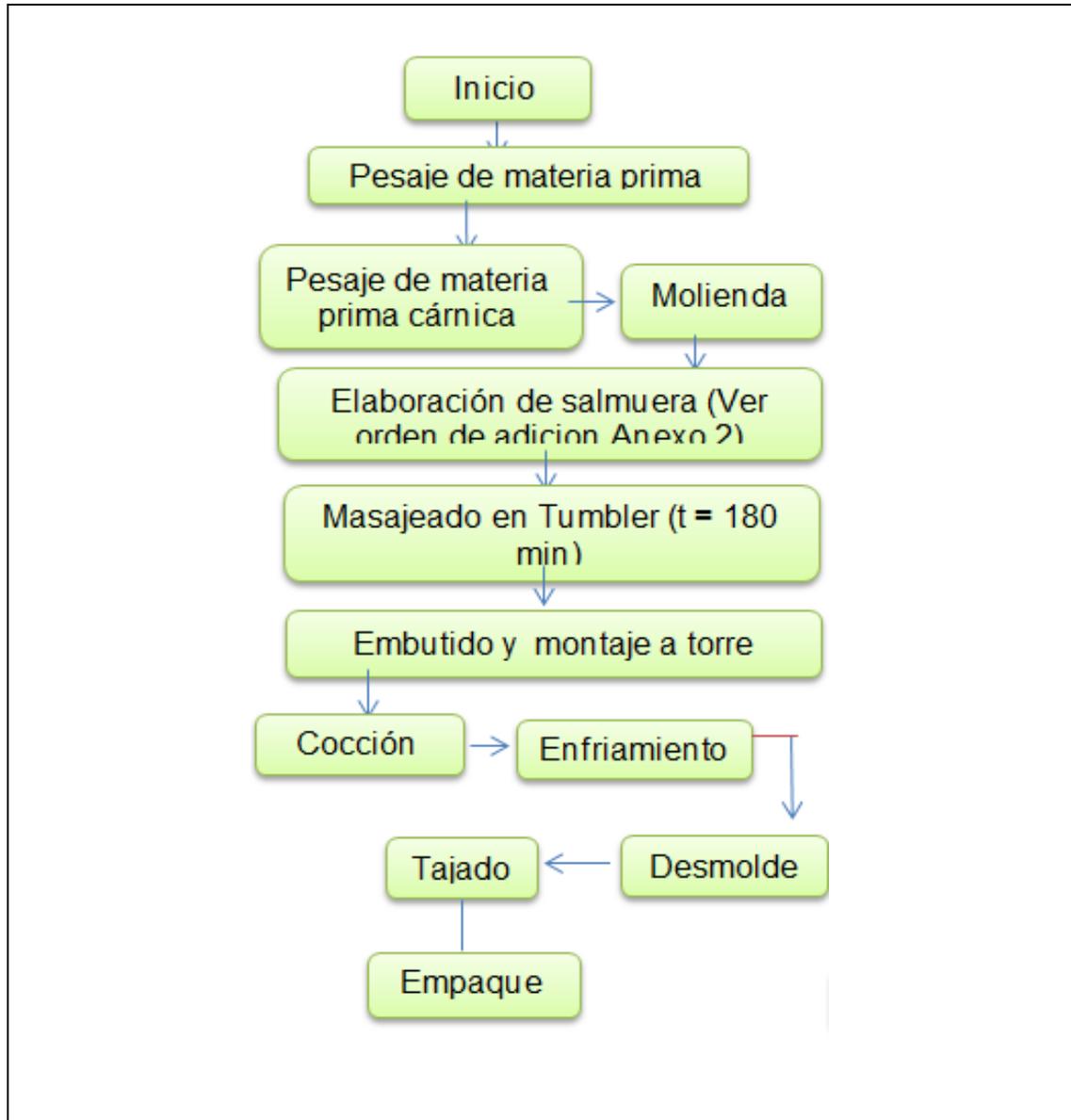
Tabla 9. Índices de relación de condiciones del producto

INDICES	Muestra 0 (Control)	Muestra 4	Muestra 5
HUM/PROT	6,9	5,66	5,87
GRASA/PROTEINA	0,6	0,50	0,52
SAL/HUMEDAD	2,6	2,59	2,68
BALANCE H2O %	20	19,8	19,8

4.2.2. Proceso de elaboración de jamón de cerdo con antimicrobianos naturales.

El proceso de elaboración de jamón de cerdo con la aplicación de mezclas de antimicrobianos se realizó con adición de salmuera y masajeado en Tumbler por 180 minutos.

Tabla 10. Flujograma de elaboración del jamón con antimicrobianos naturales



4.2.3. EVALUACION QUIMICA DEL JAMON DE CERDO ELABORADO CON ANTIMICROBIANOS NATURALES

Al jamón de cerdo elaborado con diferentes antimicrobianos naturales se les evaluó las siguientes características químicas establecidas en la NTC 1325(Quinta actualización del 2008) por triplicado.

4.2.3.1. Contenido de humedad

Se evaluó siguiendo el protocolo de la NTC 1663 en donde se estima la temperatura de secado de $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ y un peso de muestra de 5 a 8 gramos, se procedió a realizar la determinación por triplicado del porcentaje de humedad de cada muestra de producto por el método de estufa de secado o mufla (mufla digital M 2.2) (Sánchez, 2007).

4.2.3.2. Contenido de Grasa

Se determinó el % de grasa total en las muestras mediante el método soxhlet se realizó una extracción semicontinua con disolvente orgánico disponiendo dos gramos de muestra de producto, el disolvente se calentó, y condensa goteando sobre la muestra la cual queda sumergida en el disolvente. El contenido de grasa se cuantificó por diferencia de peso (Hernández, 2008).

4.2.3.3. Contenido de Proteína

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la NTC 1556, empleando el valor de 6,25 como factor de proteína total, mediante el método kjeldahl, utilizando un Matraz de kjeldahl y destilador a vapor.

4.2.3.4. Actividad acuosa

Se determinó utilizando un higrómetro Aqua Lab Mod. CX-2® a 25°C . Para la evaluación, las muestras se trituraron utilizando un procesador de alimentos kitchen Gourmet Electric Food Processor®. Se colocaron 5 g de la muestra en la celda de lectura (Gonzales, 2008).

4.2.3.5. Determinación de pH

Se determinó utilizando un potenciómetro Microprocessor pH meter pH-211 Hanna Instruments®, provisto de una sonda de penetración Hanna Part FC200B®, previamente calibrado con soluciones amortiguadoras de pH 4.0 y 7.0. Las mediciones se llevaron a cabo introduciendo la sonda en el interior de jamón, en tres puntos equidistantes de cada unidad maestra (Gonzales, 2008).

4.2.4. ANALISIS MICROBIOLÓGICO DEL JAMÓN ELABORADO CON ANTIMICROBIANOS NATURALES A CONDICIONES CRÍTICAS Y ÓPTIMAS

El análisis microbiológico del jamón se realizó a las muestras 0,4 y 5 elaboradas con antimicrobianos naturales conservadas a temperaturas críticas (7°C - 9°C) y óptima (0°C – 4°C) por duplicado, para verificar el cumplimiento de los requisitos microbiológicos para productos cárnicos procesados cocidos, en conformidad con la NTC 1325 de 2008, específica para productos cárnicos procesados no enlatados. Recuento total de aerobios mesófilos (AM), recuento en placa de Coliformes, recuento de *Escherichia coli*, recuento de *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva, recuento de esporas *Clostridium* sulfito reductor, detección de *Salmonella* spp, detección de *Listeria monocytogenes*.

4.2.4.1. Determinación de *Listeria monocytogenes*

La detección del microorganismo se realizó mediante la técnica VIDAS la cual es una metodología que permite la detección de antígenos de *Listeria monocytogenes* por el método ELFA (Enzimed Linked Fluorescent Assay), avalado por la Norma Técnica Colombiana NTC 4666 (1999-08-25) (Icontec, 2004). Para los análisis se tomaron 10g de muestra, se homogeneizaron con 90 ml de caldo Half Fraser, se incubó a 30 ± 2 °C durante 25 ± 1 h. Se transfirió 1 ml del enriquecimiento anterior a un tubo con 10 ml de caldo Fraser, se incubó a 30 ± 2 °C durante 25 ± 1 h y se realizó el ensayo VIDAS. El cálculo de los valores relativos de fluorescencia VRF obtenido para cada muestra es interpretado por el sistema VIDAS de la siguiente forma:

Valor del test: VRF muestra / RFV estándar

4.2.4.2. Determinación *Salmonella*

Se trabajó mediante el método VIDAS *Salmonella*, aprobado por AFNOR (BIO 12/16-09/05) (AFNOR, 2008) descrito en la norma ISO 6579 validada por los Métodos oficiales AOAC 996.08 y 2004.03, el cual es un análisis inmunoenzimático que permite la detección de antígenos de *Salmonella* por el método ELFA (Enzimed Linked Fluorescent Assay). Se realizó un pre-enriquecimiento añadiendo 25 g/ml de muestra a 225 ml de agua peptonada tamponada, se homogeneizó y se incubó a 37 ± 2 °C durante 24 a 26 h; un enriquecimiento, transfiriendo 0.1 ml del caldo de pre-enriquecimiento en 10 ml de Caldo *Salmonella* Xpress (SX) fue incubada a 41.5 ± 1 °C durante 24 a 26 h, se homogenizó posteriormente y se transfirieron 1 a 2 ml del caldo SX en un tubo, se cerró herméticamente y se colocó al baño María a 100 °C durante 15 min y luego se dejó enfriar. Se conservó el caldo restante a 2 – 8 °C para realizar la prueba

confirmativa. Finalmente se transfirieron 500 µL de caldo en el cartucho SLM y se procedió a realizar la lectura en el equipo.

4.2.4.3. Recuento de Aerobios mesofilos (AM) y Bacterias ácido lácticas (BAL)

Se trabajó según el método establecido en el manual de técnicas para control de calidad microbiológico de alimentos para consumo humano (INVIMA, 1998). La muestra se preparó pesando 10 g del jamón y diluyéndolo en 90 ml de agua peptonada, se transfirieron alícuotas de 1 ml de cada una de las diluciones en cajas de petri estériles y en ellas se vertió 15 ml de agar APT fundido y mantenido a 45 °C. Se mezcló el inóculo con el medio de cultivo fundido. Se realizó control de esterilidad del medio de cultivo incubando una caja con agar APT. Se hizo control de esterilidad del agua peptonada 0.1%, incubando una caja que contenía 1 ml de agua peptonada y agar APT. Se invirtieron las placas y se incubaron a 35 ± 2 °C durante 48 a 72 h. La lectura se realizó identificando las colonias moradas como mesófilos y las colonias amarillas como bacterias ácido lácticas. Se realizaron los análisis hasta obtener un recuento no mayor de 100.000 UFC/g de Aerobios mesófilos (AM) y 50.000 de bacterias ácido lácticas (BAL).

4.2.4.4. Recuento de Coliformes Totales

Se realizó placas 3™ Petrifilm™ para Recuento de Coliformes (CC). Validado por la AOAC, la AFNOR y la NMKL.

4.2.4.5. Recuento *E.Coli*

El recuento de *E.coli* se realizó mediante el método del número más probable (NMP) Tres o más diluciones decimales de la muestra se inocularon en un medio de cultivo líquido EC (en tubos) y se incubaron a temperatura 45° C. El número más probable de microorganismos de los tres grupos se calculó sobre la tabla estadística estándar del **NMP** utilizando el número de cultivos que indican la presencia o ausencia de estos microorganismos (Gonzales, 2008).

4.2.5. EVALUCION SENSORIAL DEL JAMON DE CERDO ELABORADO CON ANTIMICROBIANO NATURAL.

De acuerdo a los resultados del análisis microbiológico del jamón elaborado con diferentes antimicrobianos naturales, se seleccionó el jamón que presentó menos recuento de microorganismos y dando cumplimiento a lo establecido en la NTC 1325 para este tipo de producto, con el fin de realizar la evaluación sensorial.

4.2.5.1. Análisis descriptivo cuantitativo

La evaluación de vida útil sensorial se realizó a la muestra de la formulación con mejores características texturales y microbiológicas en el análisis de vida útil. Las muestras fueron enviadas a la Fundación Tecnológica Intal, para esta evaluación la fundación cuenta con un panel sensorial especializado; las muestras se mantuvieron almacenadas a temperatura de 4°C durante el análisis. Se toma como base lo establecido en las NTC -3932 Análisis Sensorial, Identificación Y Selección de Descriptores para establecer un Perfil Sensorial por una Aproximación Multidimensional y NTC 5328 Análisis Sensorial, Directrices para el Uso de Escalas de Respuesta Cuantitativas. Se evaluaron las siguientes características sensoriales: apariencia característica, olor objetable, sabor característico, sabor objetable, cohesividad y calidad general. Se utilizó una escala estructurada de 10 puntos. Donde 0 es ausencia para valores entre 1 y 3 es muy Leve; de 3.1 a 5 es Leve; entre 5.1 y 7 es moderada y entre 7.1 y 9 es Marcada y de 9.1 a 10 muy marcada. A los jueces se les pidió que indicaran si aceptan o rechazan la calidad global de la muestra para cada tiempo de evaluación.

4.2.5.2. Análisis estadístico

Se usó ACP para la correlación de los datos instrumentales-sensoriales medidos mediante el coeficiente de correlación de Pearson y como base para la construcción del MEP modelo vectorial y circular en asociación con el coeficiente de determinación (R^2) para la búsqueda de características sensoriales y puntos ideales que produzcan un incremento o decremento del estímulo en el espacio de la preferencia y para la evaluación los MEP modelo vectorial y circular (Schlich y McEwan, 1992; Guinard et al., 2001; Gámbaro et al., 2007).

4.2.6. ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS DEVOLUCIONES DEL JAMON DE CERDO ELABORADO CON CARRAGENINA Y ANTIMICROBIANOS NATURALES.

Para evaluar las devoluciones se solicitó al área de calidad los informes generados el último mes (Octubre 2015) después de la aprobación y cambio de la formulación con carragenina y antimicrobiano natural con mejores resultados microbiológicos y de vida útil, finalmente se cuantifica el impacto en Kilogramos (Kg) y los costos que estos representaban y el impacto en comparación con las devoluciones presentadas antes del cambio.

De acuerdo a este estudio se establecen acciones correctivas en el proceso de elaboración del jamón de cerdo.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Seguidamente se presentan los resultados y su discusión de los objetivos específicos planteados.

5.1. EFECTO DE LA CARRAGENINA EN LA TEXTURA DEL JAMON DE CERDO

5.1.1. Devolución del Jamón de cerdo

En los últimos meses equivalentes a agosto, septiembre y octubre del 2014 aumento en gran manera la producción de jamón de cerdo a pesar de las dificultades y problemas que presentaba este producto.

Tabla 11. Devoluciones de jamón de cerdo afectado de manera directa por abombamiento.

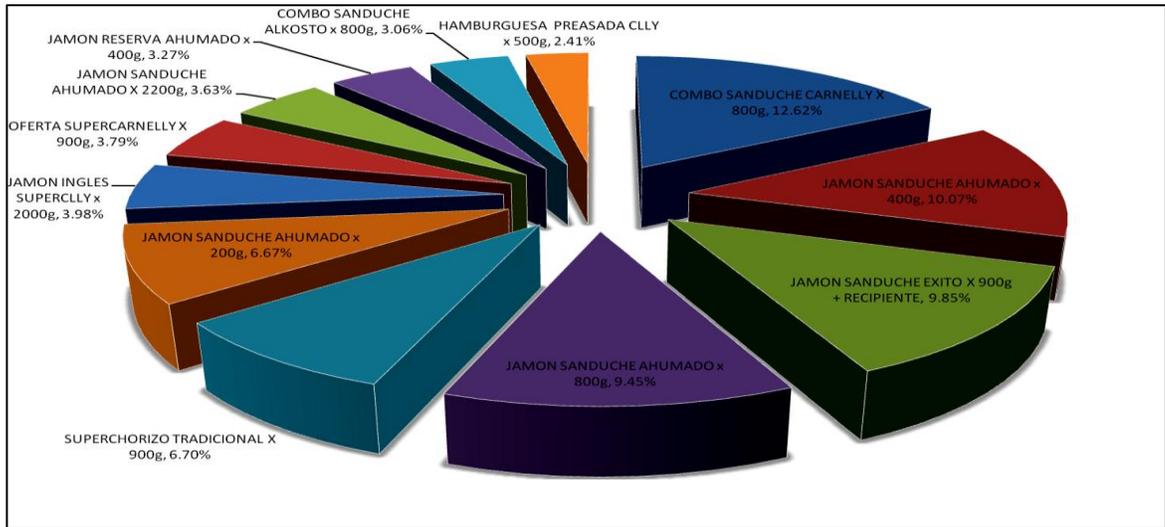
PRODUCTO	MES	Kg PRODUCIDOS	Kg DEVOLUCION	\$ (COSTO)
JAMON DE CERDO	AGOSTO	97.849.3	1.146.7	14.386.299.7
	SEPTIEMBRE	147.369.3	715.8	8.980.302.9
	OCTUBRE	175.396	1.044.76	13.107.378.1

Fuente: Los autores, 2014

En la tabla 11 se puede observar que a medida que transcurren los meses la producción aumento de una manera significativa para octubre se produjeron 17.396 Kg de producto, de la misma manera a aumentaron las devoluciones para este último mes se recibieron 1.044.76 Kg por problemas de abombamiento y perdida de vacío representando el 59.5% de perdida en relación a los Kg producidos equivalentes a un costo de \$13.107.378.1 de pesos en un mes de producción.

Con respecto a esta causal, se tiene un Aumento en el portafolio en general del 23.96% al pasar de 3,296.31 Kg (Septiembre) y \$ 24.220.602 a 4,086.23 Kg (Octubre) \$ 43.617.720. A continuación se detallan los productos afectados de manera directa.

Gráfico 1. Devoluciones por abombamiento en octubre del 2014.



Como se observa en el gráfico 1, para octubre del 2014 entre los productos que se encontraban afectados de manera directa por abombamiento se evidenciaba la línea de Jamones ocupando el mayor porcentaje en devolución generando el 59.33% por problemas de abombamiento del producto y pérdida de vacío.

El jamón de cerdo para octubre del 2014 se encontraba en el listado de los productos con mayor % de devolución, el 59.33 % de las devoluciones eran por inflamamiento y pérdida de vacío de este producto con representando un costo en pesos de \$ 13.107.378.1.

5.1.2. Formulación de Jamón de cerdo

Se hizo revisión de cada una de las materias primas secas, cárnicas y su composición, dentro de la formulación base (muestra control) del jamón de cerdo, los datos encontrados fueron los siguientes:

En el material no cárnico se encontraron 23 componentes, el 35% de estas materias primas eran retenedores de humedad que compiten por humedad y pueden generando turbidez de purgas cuando le producto esta empacado al vacío.

Se encuentran carbohidratos simples susceptibles a fermentación.

Se retiran los carbohidratos simples monosacáridos de dextrosas para controlar crecimiento de *Lactobacillus* y se aumenta la carragenina al 1% para mejorar la

textura del producto en la muestra 2 y muestra 3 (Tabla 4) con cambios en el proceso de elaboración.

5.1.3. PERFIL DE TEXTURA DEL JAMÓN DE CERDO ELABORADO CON CARRAGENINA

Al utilizar mezclas de carragenina se producen estructuras más firmes, elásticas y con mayor retención de agua, que cuando se utilizan por separado. Esto es de especial utilidad en productos cárnicos como jamones y embutidos, en los que las mezclas de carragenina permiten mejorar la rebanabilidad y la cohesividad de la masa cárnica, y disminuir las pérdidas por cocción (López, 2004).

A continuación se presentan los resultados del perfil de textura de las muestras de jamón de cerdo elaboradas con carragenina identificando las posibles diferencias entre ellas y frente a la muestra control (0):

5.1.3.1. Elasticidad del jamón de cerdo elaborado con carragenina

La elasticidad es la altura que recupera el alimento durante el tiempo que recorre entre el primer ciclo y el segundo (D2/D1). Mide cuanta estructura original del alimento se ha roto por la compresión inicial. (Rosenthal, 1999)

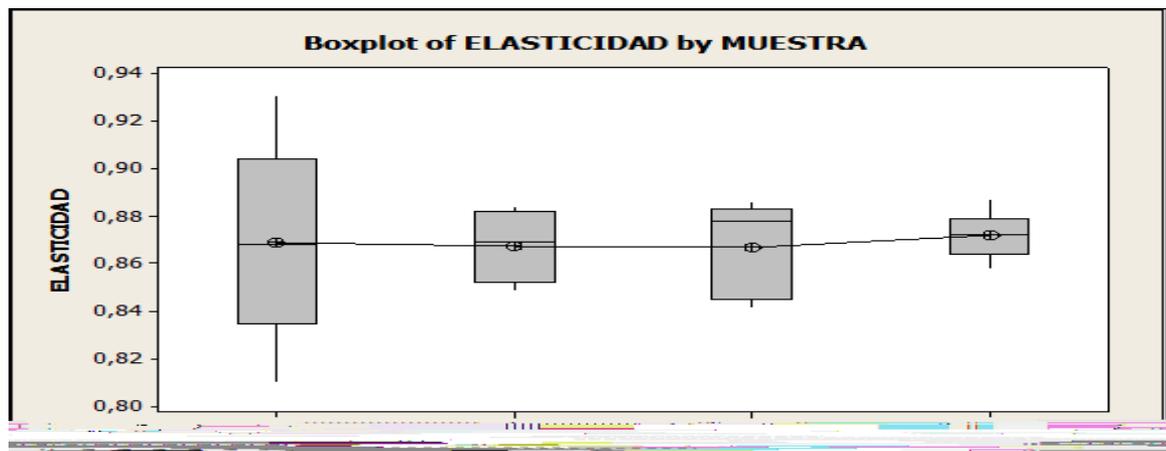


Gráfico 2. Análisis de medias para la elasticidad del jamón de cerdo elaborado con carragenina.

En el gráfico se pudo apreciar que las diferencias entre las muestras fueron mínimas y por tanto no parecen significativas. En la salida numérica se comprobó que el $p\text{-valor} > 0,05$ por tanto se concluye que no existen diferencias estadísticamente significativas de elasticidad entre las muestras evaluadas.

5.1.3.2. Dureza del Jamón de cerdo elaborado con carragenina

La dureza es la fuerza máxima que tiene lugar en cualquier tiempo durante el primer ciclo de compresión. Se refiere a la fuerza requerida para comprimir un alimento entre los molares o entre la lengua y el paladar. (Bourne M., 1978).

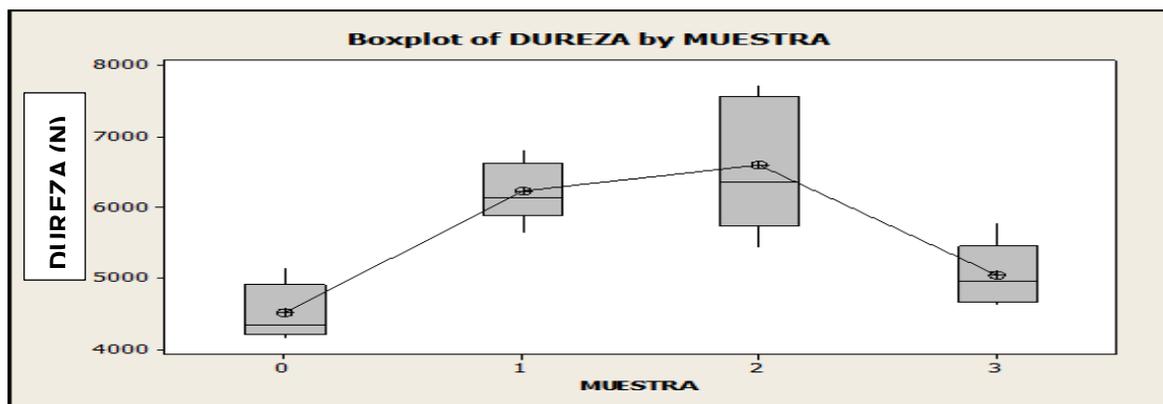


Grafico 3. Análisis de medias para la dureza del jamón de cerdo elaborado con carragenina.

Los resultados nos muestran que la muestra 0 (Control) parece tener índices mayoritariamente bajos en el perfil de Dureza, mientras que la muestra 2 presenta índices de Dureza bastante mayores.

El análisis nos arroja un p-valor= 0,00 esto nos indica que entre las 4 muestras las diferencias son significativas. A partir del grafico que nos presenta proporciona los intervalos de confianza (a un nivel del 95%) para la media, parece obvio que, al menos, las medias procedentes de la muestra 0 (4519,0 N) y la muestra 2 (6586,5 N) son significativamente diferentes.

La dureza, el factor significativo de las preferencias de aceptación de productos cárnicos por parte del consumidor (Chambers y Bowers, 1993), La dureza en las muestras de jamón sánduche de cerdo presento diferencias significativas en comparación con la muestra patrón, es importante resaltar que la mayor dureza la obtuvo la muestra 2. Esto tiene relación con lo reportado en la literatura acerca de la conducta presentada por la capacidad de retención de humedad (CRA) y la influencia del valor del pH, ya que esta muestra fue la que presento mayor cambio en la formulación y en el proceso de mezclado. A diferencia de la muestra control la cual presento el valor más bajo en este parámetro de dureza. Lo anterior se puede explicar debido a que la variación en la carga neta de las proteínas altera las fuerzas atractivas y repulsivas y, por lo tanto alteran la habilidad de asociarse con moléculas de agua (Borderias, 1988).

5.1.3.3. Cohesividad del Jamón de cerdo elaborado con carargenina

Este atributo textural representa la fuerza con la que están unidas las partículas, límite hasta el cual se puede deformar antes de romperse. (Szczesniak, 2002).

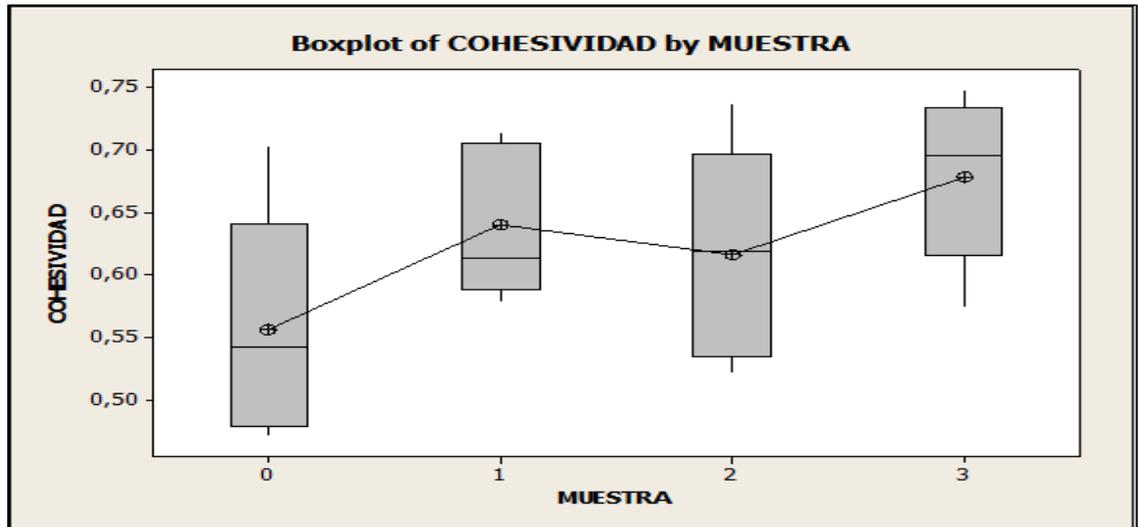


Grafico 4. Análisis de medias para la cohesividad del jamón de cerdo elaborado con carragenina.

En los resultados se pudo observar que las diferencias son mínimas, se puede comprobar que el p-valor es 0,133, los intervalos de confianza tienen bastantes valores comunes por lo tanto no existen diferencias significativas entre muestras. Al comparar las medias se logró apreciar que la muestra 3 media (0,06722) aumento la cohesividad en comparación con la muestra control media (0,55580).

La muestra 3 presento mayor fuerza entre partículas, lo contrario de la muestra control como se observa en los resultados nos describen un producto con poca cohesión y alta variación en todos los parámetros texturales analizados.

El aumento de cohesión y textura en el producto permite una mejor eficiencia en el proceso de tajado, se ha observado que gracias al aumento de la extracción de proteínas, se produce un aumento del ligado muscular, al relacionar la textura con el porcentaje de lonchas defectuosas en una línea de alta velocidad se pudo confirmar que la muestra 2 con mayor cohesión y dureza produce solo el 4% de reproceso en en proceso de tajado en comparación con la muestra control la cual ocasiona el 7% de lonchas defectuosas.

5.1.3.4. Masticabilidad del Jamón de cerdo elaborado con carragenina

Producto de la dureza por la cohesividad y la elasticidad. Representa el trabajo necesario para desintegrar un alimento hasta que esté listo para ser deglutido. (Civille, 1976).

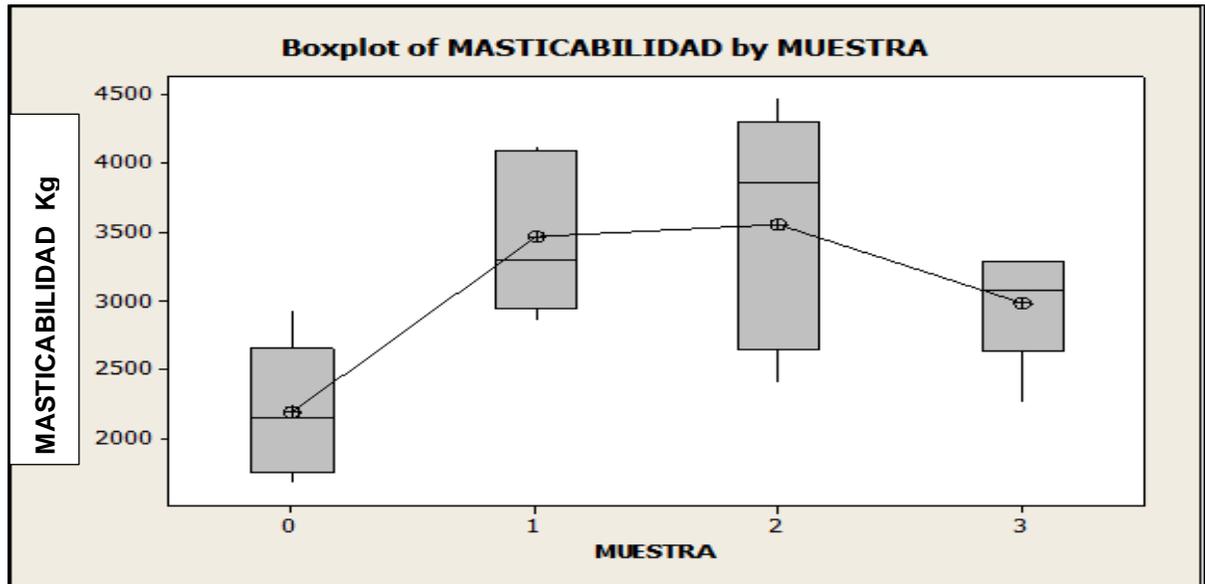


Grafico 5. Análisis de medias para la Masticabilidad del jamón de cerdo elaborado con carragenina.

En los gráficos se pudo apreciar que existen diferencias, la muestra 2 ofreció puntuaciones más altas de masticabilidad, en la salida numérica se comprobó que el p-valor es 0,011 existen diferencias significativas entre las muestras. La muestra 2 obtuvo mejores resultados de masticabilidad, estadísticamente se pudo apreciar en la media (3550,6 Kg) en comparación con la muestra control (2193,7 Kg).

Las muestra 0 control industrial y la muestra 1 control piloto, comparado con las muestra 3 son menos firmes y cohesivas entre partículas, las muestra 2 y 3 en comparación con la muestra control requieren más energía para desintegrar el jamón en un estado de masticabilidad y elasticidad.

Los resultados demostraron que la masticabilidad sostiene un comportamiento similar a la dureza, se observó que la muestra 2 presento el mayor valor de masticación mejor atributo de masticabilidad. Las muestras 1, 2 y 3 presentan diferencias significativas en comparación con la muestra 0 (Control).

5.1.3.5. Gomosidad del Jamón de cerdo elaborado con carragenina

La energía requerida para desintegrar un alimento semisólido de modo que esté listo para ser tragado. Producto de la dureza por la cohesividad. (Civille, 1976)

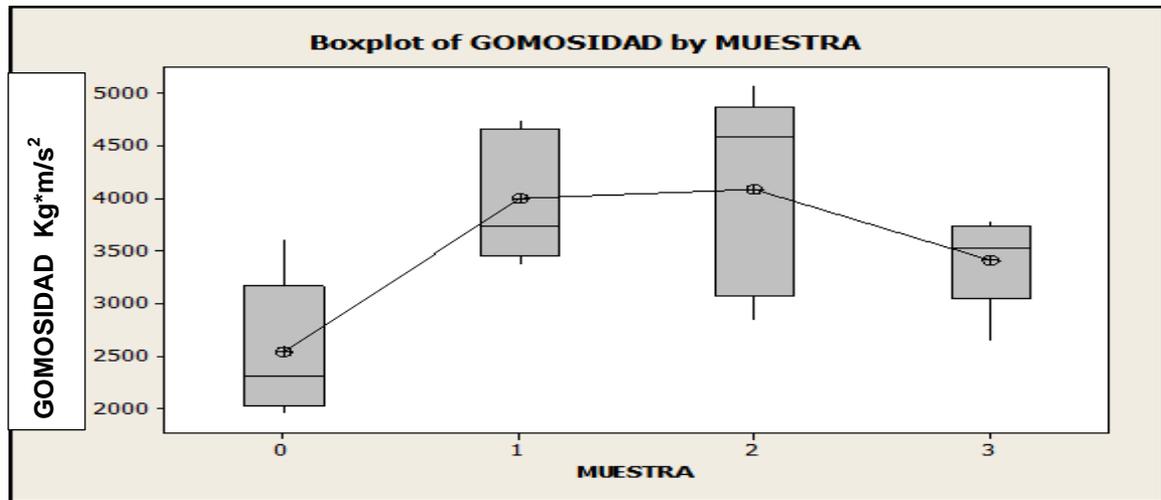


Grafico 6. Análisis de medias para la Masticabilidad del jamón de cerdo elaborado con carragenina.

Se pudo observar que existen diferencias, obteniendo valores más altos en la muestra 2, en la salida numérica se consiguió comprobar que el p-valor es 0,011, por lo tanto nos indicó que existen diferencias significativas entre las muestras. Esto también se pudo comprobar observando los intervalos de confianza, ya que si bien entre las muestras 0 y 2 hay grandes diferencias de valores al igual que entre las muestras 1 y 3 pero siendo mejor este atributo en la muestra 2 (4066,5 Kg*m/s²).

El análisis del perfil de textura en la muestras 0, 1,2 y 3 nos permitió identificar que los cambios realizados en la formulación utilizando la carragenina al 1% y el cambio en el proceso de elaboración (masajeado del producto en Tumbler) en el jamón de cerdo produjeron resultados positivos dentro del perfil de textura en el producto, obteniendo con la formulación de la muestra 2 efectividad en el proceso de tajado y resultados texturales aceptables. Esto nos permitió avanzar en el estudio de mejoras del producto, por lo cual nos dio paso a realizar pruebas de ensayo para mejorar la vida útil del producto para reducir los índices de devoluciones por inflamamiento del producto, y pérdida de vacío para lograrlo pasamos al uso de mezcla de dos conservantes ambos a base antimicrobianos naturales.

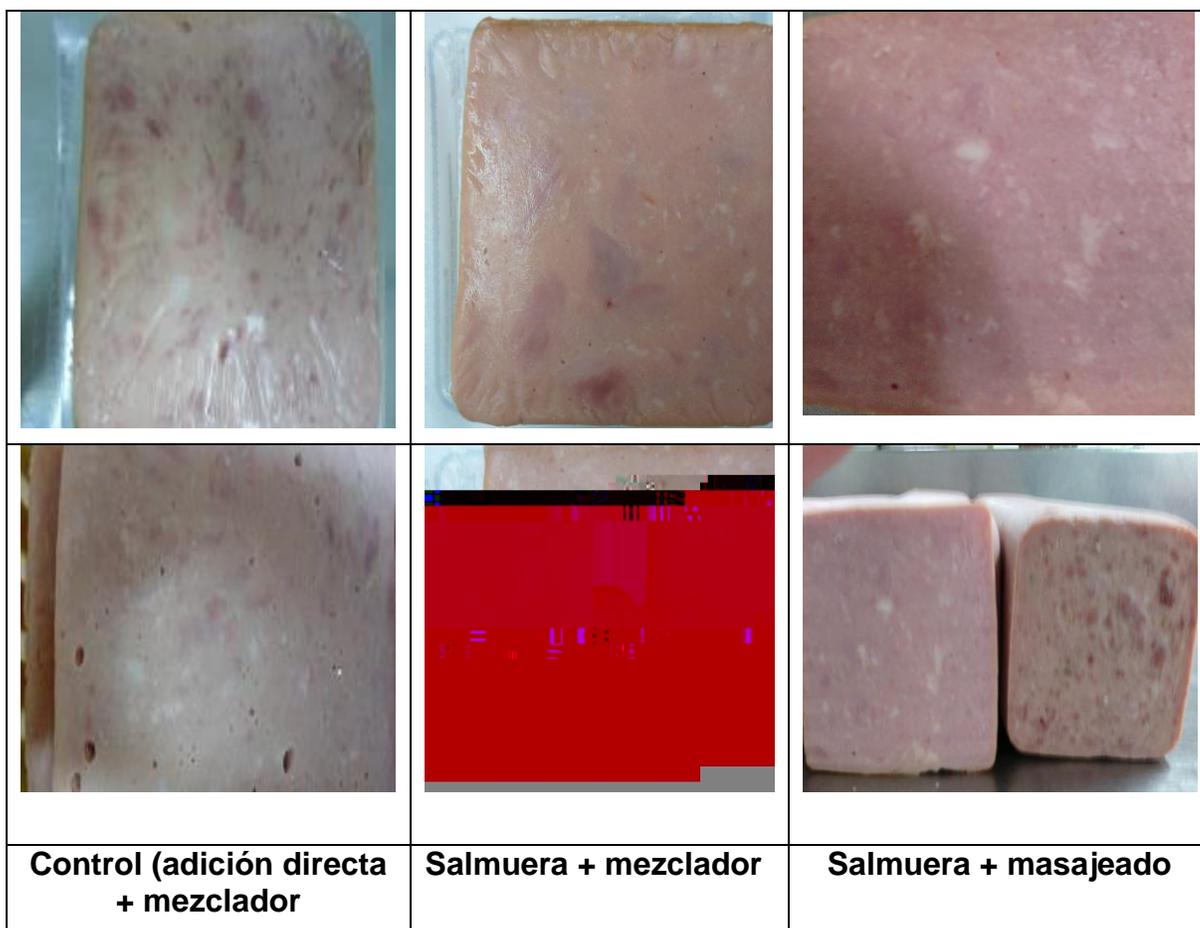


Figura 2. Comparación de jamón de cerdo con diferentes procesos de elaboración aplicados

La aplicación de una secuencia de impactos de presión (pre-masaje) al músculo cárnico tiene un efecto notable e innovador sobre el comportamiento de la carne a lo largo del proceso de elaboración de productos cárnicos cocidos. El objetivo final de dicho proceso es obtener una elevada retención de agua y un buen ligado muscular. Uno de los puntos clave para alcanzar dichos objetivos es conseguir una buena extracción y solubilización de las proteínas musculares, principalmente la fracción de proteínas miofibrilares, que representan un 50% del total de las proteínas cárnicas y que son las responsables de la estructura muscular. El efecto químico de los ingredientes de la salmuera (aumentan el pH y la fuerza iónica del medio posibilitando la abertura de las cadenas y la extracción), la solubilización de las proteínas dependerá de un efecto mecánico realizado a través del masaje.

El masaje a través de movimientos de golpeo y/o de fricción ayudo a la absorción y distribución de las mismas sobre la superficie del músculo.

5.2. INFLUENCIA DE ANTIMICROBIANOS NATURALES EN LA VIDA UTIL DEL JAMON DE CERDO

De acuerdo a las características texturales del jamón de cerdo elaborado con carragenina al 1%, se seleccionó la muestra 2 con elaboración de salmuera y masajeado en tumbler a partir de esta formulación se sustituyó el ácido sorbico y ácido cítrico por dos mezclas de antimicrobianos naturales obteniendo los siguientes resultados:

5.2.1. Proceso de Elaboración Jamón de cerdo con antimicrobianos naturales

Tabla 12. Instructivo de elaboración jamón de cerdo con antimicrobianos naturales

ORDEN DE ADICION DE				Código: PI01
AHUMADO A GRANEL BLANCO A GRANEL a 5°C		JAMON SANDUCHE A JAMON SANDUCHE		*Temperatura de material refrigerado es de 0°C *Temperatura de material congelado es de 0°C
ION DE SALMUERA				ELABORAC
	Kg	T ^o (°C)	Tiempo (Min)	ORDEN DE INGREDIENTES
	1050	±25		0 AGUA
				1 INICIO PROGRAMA
				3 MEZCLA DE FOSFATOS
				4 SAL
ORDEN DE INGREDIENTES 0 PROTEINA CARNICA 1 1 CARRO DE SALMUERA 2 EXTRACTO PROTEICO DE CERDO 3 1 CARRO DE SALMUERA 4 PROTEINA CARNICA 5 100% SALMUERA 6 ALMIDONO DEXTRA 7 INICIO DE PROGRAMA				
LIMITE ETAPA 1				
Tiempo (Min)	Kg	Ø (mm)	T ^o (°C)	a 2 °C
	2100	5	Rest	
LIMITE ETAPA 2				
°C Min			4-12	1800

Tabla 13. Especificaciones de Tumbleado para Jamón de cerdo.

NOMBRE PROGRAMA	ESPECIFICACION PROCESO						
	Producto	Ciclos	Tiempo (Min)	V.Giro (rpm)	Sentido Giro		Vacío
					Violento	Suave	
Jamón de cerdo	Jamón de cerdo	1	180	12	violento		A

Fuente: El autor, 2015.



Figura 3. Tumbler (masajeador) Polar capacidad 3000 Kg.

5.2.2. Características químicas del Jamón de cerdo elaborado con antimicrobianos naturales

En la tabla 15 se puede observar entre las muestras elaboradas con antimicrobianos naturales no afectaron las características fisicoquímicas del producto de manera significativa, se observa que se reduce la actividad acuosa y asimismo la humedad y aumenta el pH.

Tabla 14. Características químicas del jamón con antimicrobianos naturales.

Análisis Fisicoquímico	Unidad	Muestra Control	Muestra 4 Doble barrera	Muestra 5
Actividad acuosa (aw)	N.A	0.99	0.96	0.97
Grasa total	%	9.58	6.57	6.02
Humedad	%	70.77	66.27	73.97
Proteína	%	10.08	10.61	11.37
pH	N.A	4.70	5.98	5.86

El jamón cocido es un producto sensible al deterioro, el bajo contenido de sal (1.5%), valores de pH en torno a 6.0 y valores de actividad de agua superiores a 0.95 son solo pequeñas barreras para inhibir el crecimiento de microorganismos. La muestra 4, con adición de lactatos y di acetatos de la Mezcla 1 presento un mayor reducción de la aw. Realizando la verificación con los textos legales del producto la muestra 4 cumple con las exigencias de la ficha técnica actual en la empresa y a los requisitos de composición y formulación para jamones cocido y fiambres establecidos en la normativa NTC 1325.

Según lo establecido en la norma Técnica NTC 1325 se denomina el Jamón de cerdo como estándar por su contenido de proteína menor al 12%.

Los agentes bacteriostáticos encontrados y sus respectivas dosificaciones no disminuyen significativamente el AW de sistema, se hacen pruebas con otros depresores de AW con di acetatos y lactatos de sodio en dosis mayores al 1.5% de la **Mezcla 1** para disminuir dicha variable, al someterlos en aplicación se logró disminuir significativamente valores de AW de 0.99 control a 0,96.

5.2.3. Microbiota del Jamón de cerdo elaborado con antimicrobianos naturales en condiciones óptimas y críticas

Según el análisis de vida útil microbiológica realizado a las muestras elaboradas con diferentes mezclas de antimicrobianos naturales en muestra control, muestra 4 y muestra 5 se evaluaron dos condiciones de temperatura: Temperatura óptima (0-4 °C) y Temperatura Crítica (6-9 °C), a continuación se muestran los resultados obtenidos:

Las muestras control evidencian resultados conformes para determinaciones de coliformes totales, E. coli, S. aureus coagulasa positivo, ECSR, L. monocytogenes y Salmonella.

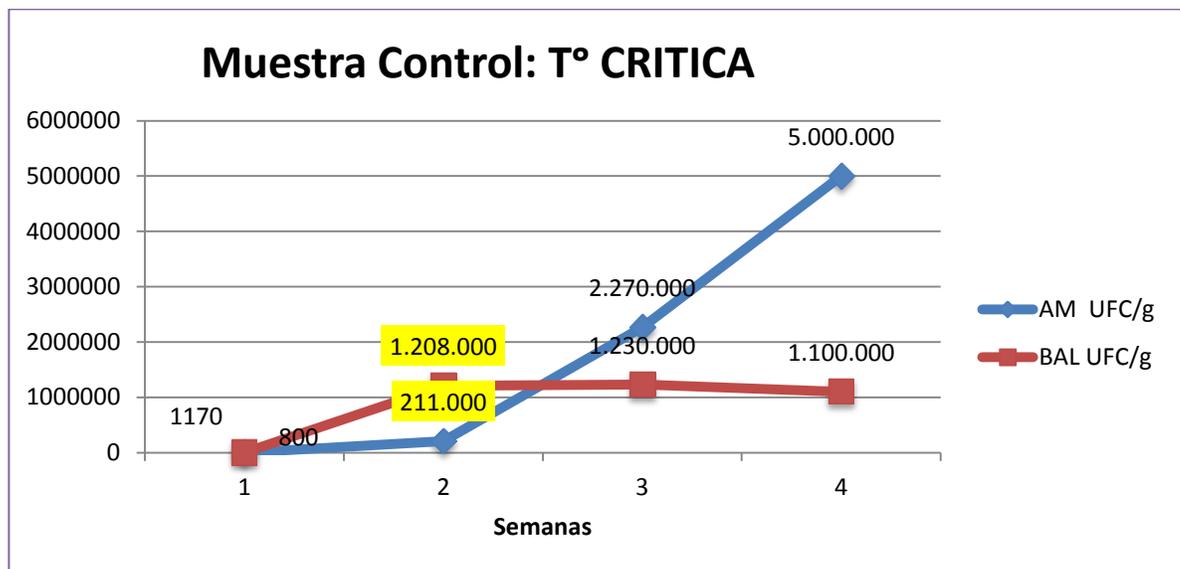


Grafico 7, Microbiota del jamón de cerdo muestra control a T° Crítica.

La muestra control elaborada con ácido cítrico y ácido sorbico evaluada a condiciones críticas (6-9 °C), de almacenamiento presentó un crecimiento acelerado bacteriano de aerobios mesófilos y bacterias ácido lácticas, tuvo una vida útil microbiológica de **11 días**, desde la fecha de empaque; a partir de este tiempo el recuento de UFC (unidades formadoras de colonia) sobrepasó el límite permitido establecido en la NTC 1325 del 2008.

A los 11 días de almacenamiento el jamón se confirmó el fallo con un recuento de 1.208.000 UFC/g > 100.000 de bacterias ácido lácticas y 211.000 UFC/g > 50.000.

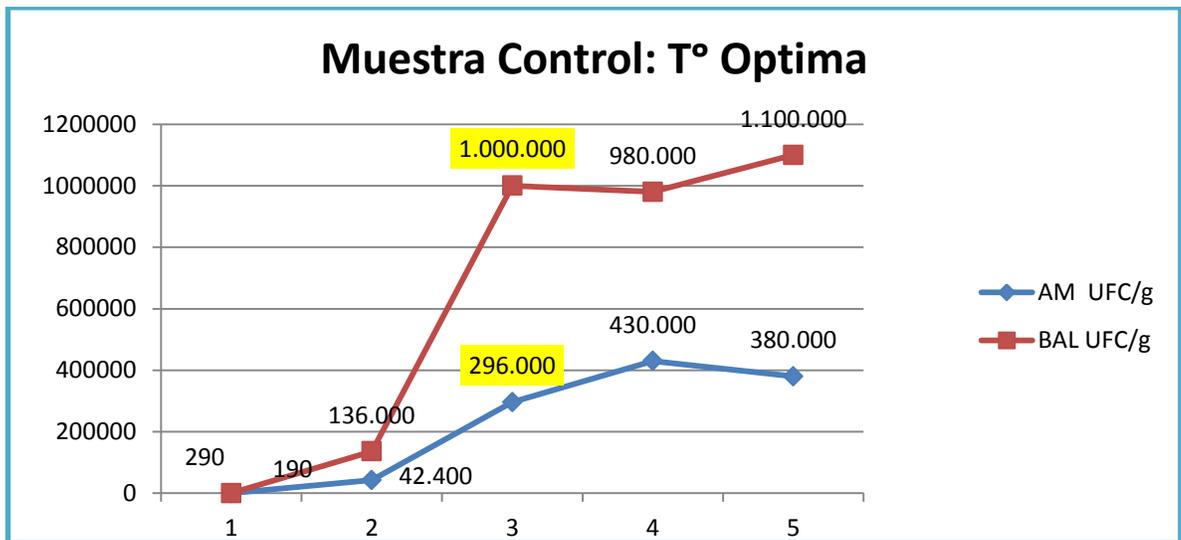


Grafico 8, Microbiota del jamón de cerdo muestra control a T° Critica.

La muestra control elaborada con ácido cítrico y ácido sorbico evaluada a condiciones óptimas de almacenamiento (0-4 °C) no cumplió con los 45 días de vida útil establecidos por la empresa. Se producto se conservó bajo los parámetros microbiológicos establecidos por la NTC 1325 del 2008 por 18 días.

Se confirma el fallo a los 18 días de almacenamiento con un crecimiento logarítmico de UFC/g > 100.000 para aerobios mesofilos y > 50.000 UFC/g de bacterias ácido lácticas.

Los resultados de vida útil para la muestra control no son satisfactorios ya que presenta un deterioro microbiológico muy rápido.

Las muestras 4 con adición de la Mezcla 1 de antimicrobianos naturales (Lactato y Diacetato de sodio y ácido acético en 1.5% metabisulfito y ascorbato) evidencian resultados conformes para determinaciones de coliformes totales, *E. coli*, *S. aureus* coagulasa positivo, ECSR, *L. monocytogenes* y *Salmonella*.

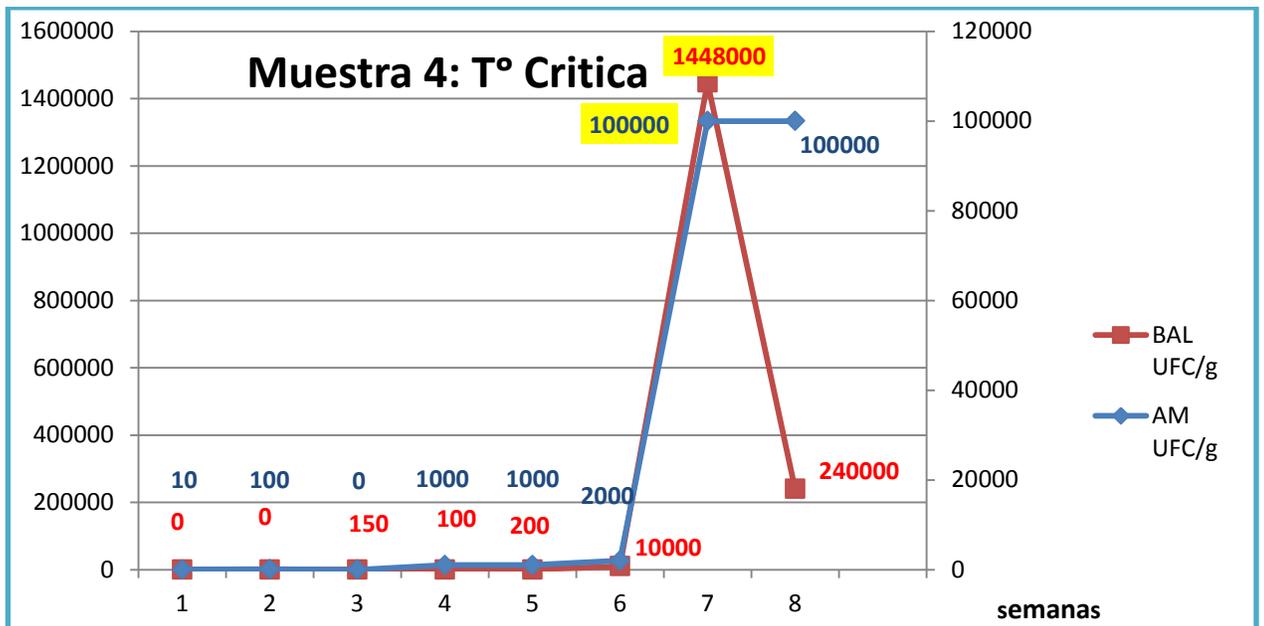


Grafico 9. Microbiota del jamón de cerdo muestra4 a T° Critica.

La muestra 4 elaborada con Lactato y Diacetato de sodio y ácido acético en 1.5% metabisulfito y ascorbato evaluada a condiciones críticas (6-9 °C), de almacenamiento presento una reducción del crecimiento bacteriano de aerobios mesofilos y bacterias acido lácticas, tuvo una vida útil microbiológica de **46 días**, desde la fecha de empaque; a partir de este tiempo el recuento de UFC (unidades formadoras de colonia) sobrepaso el límite permitido establecido en la NTC 1325 del 2008.

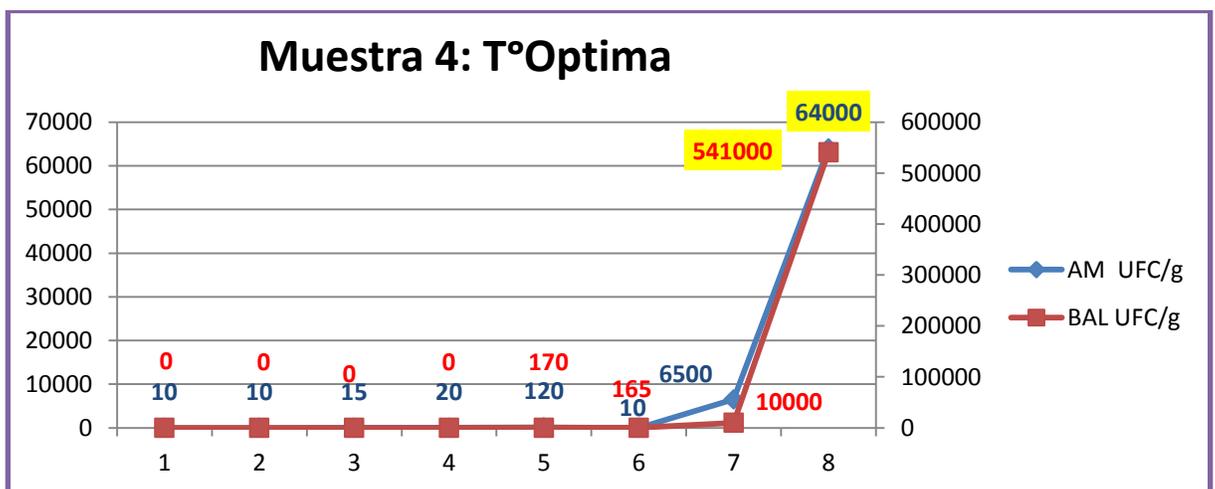


Grafico 10. Microbiota del jamón de cerdo muestra4 a T° Optima.

La muestra 4 evaluada a condiciones óptimas (0-4°C) presentó un comportamiento satisfactorio su vida útil microbiológica fue de **52 días** desde la fecha de empaque cumpliendo con los requisitos establecidos en la NTC 1325 del 2008, y teniendo a favor 7 días de estabilidad microbiológica ya que legalmente en la empresa para el producto se declaran 45 días de vida útil, esto puede ser debido al efecto bacteriostático que ejerció la mezcla.

Las muestras 5 con la adición de la Mezcla 2 (**acetato** de sodio, diacetato de sodio, citrato de sodio, eritorbato de sodio, sal, anticompactante y Nisina en 0,4%) evidencian resultados conformes para determinaciones de coliformes totales, E. coli, Saureus coagulasa positivo, ECSR, L. monocytogenes y Salmonella, correspondiente al primer análisis realizado.

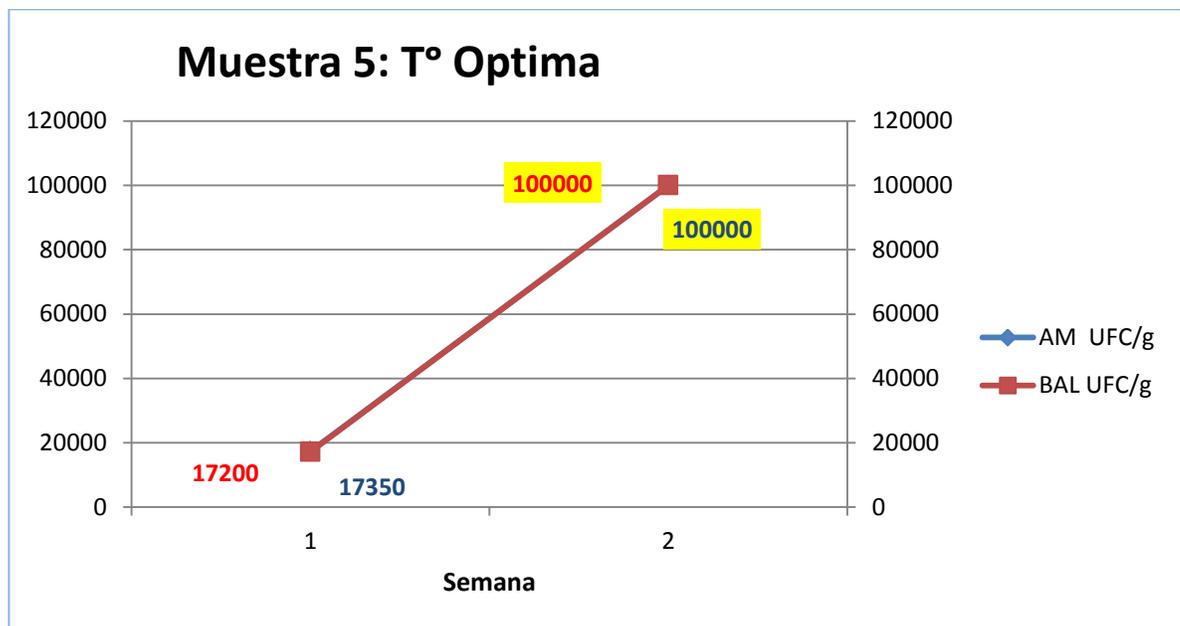


Grafico 11. Microbiota del jamón de cerdo muestra 5 a T° Optima.

La muestra 5 evaluada a condiciones óptimas (0-4°C) presentó un comportamiento en la vida útil microbiológica no satisfactoria, con un deterioro acelerado de solo **16 días** desde la fecha de empaque evadiendo los requisitos establecidos en la NTC 1325 del 2008.

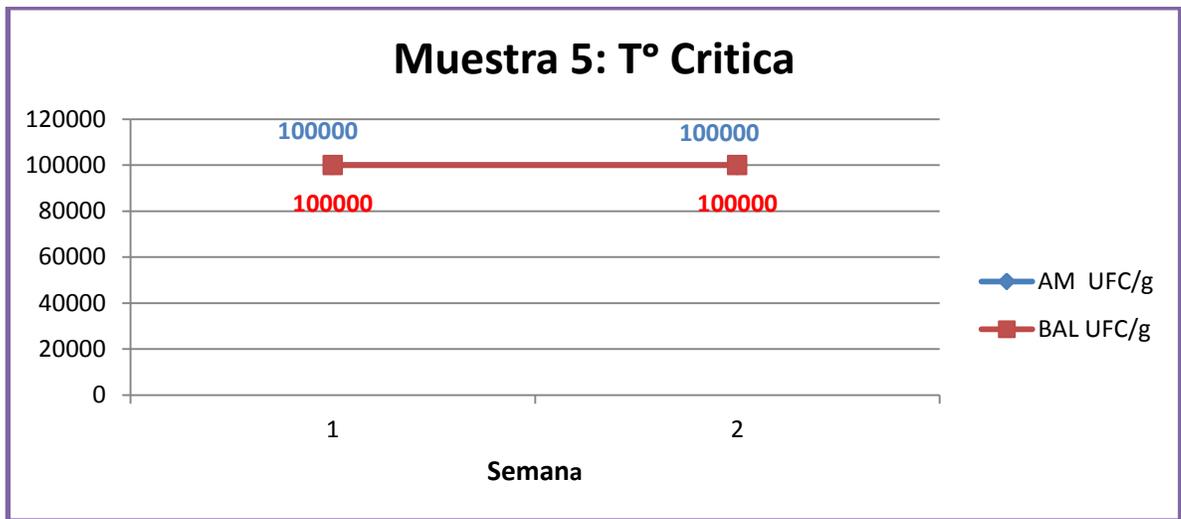


Gráfico 12. Microbiota del jamón de cerdo muestra 5 a T° crítica.

La muestra 5 elaborada con (**acetato** de sodio, diacetato de sodio, citrato de sodio, eritorbato de sodio, sal, anticompactante y Nisina en 0,4%) evaluada a condiciones críticas (6-9 °C), de almacenamiento presentó un crecimiento acelerado bacteriano de aerobios mesófilos y bacterias ácido lácticas, tuvo una vida útil microbiológica de **10 días**, desde la fecha de empaque; a partir de este tiempo el recuento de UFC (unidades formadoras de colonia) sobrepasó el límite permitido establecido en la NTC 1325 del 2008.

A los 10 días de almacenamiento el jamón se confirmó el fallo con un recuento de UFC/g > 100.000 de aerobios mesófilos (AM) y UFC/g > 50.000 de bacterias ácido lácticas.

Los resultados no fueron viables puesto que en la ficha técnica del producto se declara legalmente una vida útil de 45 días, por lo cual el uso de bacteriocinas como la nisina mezclada con antimicrobianos naturales (lactato-diacetato de sodio) no fue efectivo en el proceso de conservación del producto en estudio.

Mediante el análisis de vida útil se evaluó la seguridad del jamón de cerdo, con este fin se fabricó evaluando formulaciones extra muestra 4 y muestra 5 con adición de antimicrobianos naturales. La evolución de patógenos se monitorizó a lo largo de la vida útil del producto refrigerado. Todas las muestras evidencian resultados conformes para determinaciones de coliformes totales. *E-coli*, *Sereus* coagulasa positivo, ECSR, *L. monocytogenes* y *Salmonella*.

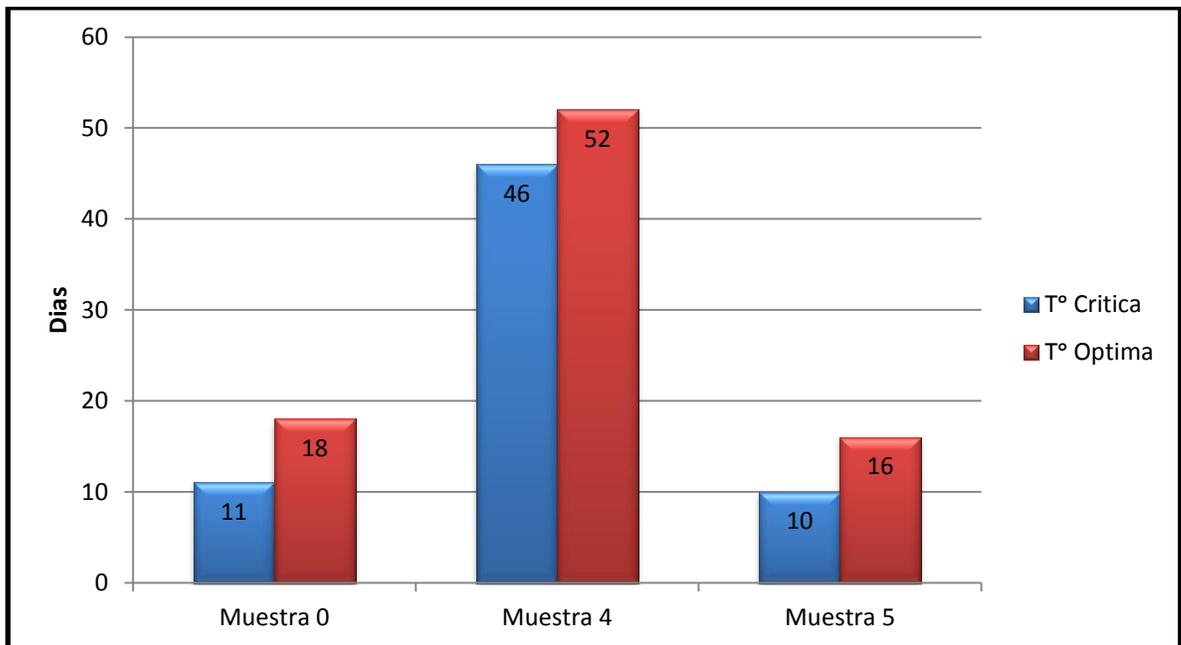


Gráfico 13. Comparativo tiempo de vida útil de las muestras con antimicrobianos naturales evaluadas microbiológicamente en almacenamiento a T° Críticas y óptimas.

En la muestra control se observaron recuentos positivos de BAL (Bacterias ácido lácticas) y AM (aerobios mesofilos) a los 11 días de almacenamiento, indicadores de la calidad higiénica del producto, por debajo del límite de detección. Estos resultados sugieren la aplicación de un tratamiento térmico y unas buenas prácticas de fabricación durante las operaciones de procesado. Es importante minimizar la presencia de las BAL en el producto al ser consideradas, por sus características psicotróficas y capacidad para crecer en ambientes libres de oxígeno, las principales responsables de deterioro de los productos cárnicos cocidos envasados al vacío (Debevere, 1989; Borch y col., 1996).

La muestra 5 de jamón con adición de mezcla de antimicrobianos y Nisina fue asimismo evaluada como agente antimicrobiano. La mezcla añadida no provocó efecto alguno sobre el crecimiento de las BAL (bacterias ácido lácticas) y AM (aerobios mesofilos), a diferencia de la *L.monocytogenes* la cual fue inhibida no se observó presencia. La conservación del producto fue de 16 días en temperatura óptima de refrigeración. Diversos autores han señalado una posible alteración de la actividad de las bacteriosinas añadidas a formulaciones cárnicas por factores tales como la adsorción por parte de las proteínas e interacciones con la grasa (Hugas y col., 2002; Drider y col., 2006). Con respecto a los resultados obtenidos el uso de la nisina dentro de la formulación de jamón fue descartado.

En cuanto a la muestra 4, jamón con aplicación de una mezcla de antimicrobianos naturales y metabisulfito adicional para controlar y bajar la carga microbiana y prevenir el crecimiento de *listeria monocytogenes*, en el contexto de la demanda de alimentos sin conservantes sintéticos, una opción cada vez más aceptada por los consumidores es la adición de antimicrobianos naturales. La adición de L-lactato de sodio a concentración de 57.5 (%p/p) y diacetato sódico al 5.0 (%p/p) a la formulación de jamón sánduche de cerdo ejerció un efecto bacteriostático contra la *L.monocytogenes*, BAL (Bacterias ácido lácticas) y AM (aerobios mesofilos), durante su refrigeración a (0-4°C) y (6-9 °C). Los resultados mostraron la potencia bacteriostática del lactato-diacetato, capaz de inhibir el crecimiento microbiano, independientemente de la temperatura de refrigeración, e incluso capaz de contrarrestar los efectos de la rotura de la cadena de frío, se logró conservar el producto por un tiempo de vida útil de 52 días a temperatura optima de refrigeración. Esta formulación se propuso como estrategia para reducir el riesgo de contaminación por *L.monocytogenes* y otras bacterias causantes del deterioro durante la distribución del producto.

5.2.4. Vida Útil sensorial del Jamón de cerdo

De acuerdo a los resultados del análisis microbiológico del jamón elaborado con diferentes antimicrobianos naturales, se selección el jamón elaborado con la Mezcla 1 Lactato y Diacetato de sodio y ácido acético en 1.5% metabisulfito y ascorbato que presento menos recuento de microorganismos y dando cumplimiento a lo establecido en la NTC 1325 para este tipo de producto. A esta muestra se le realizo la evaluación sensorial obteniendo los siguientes resultados:

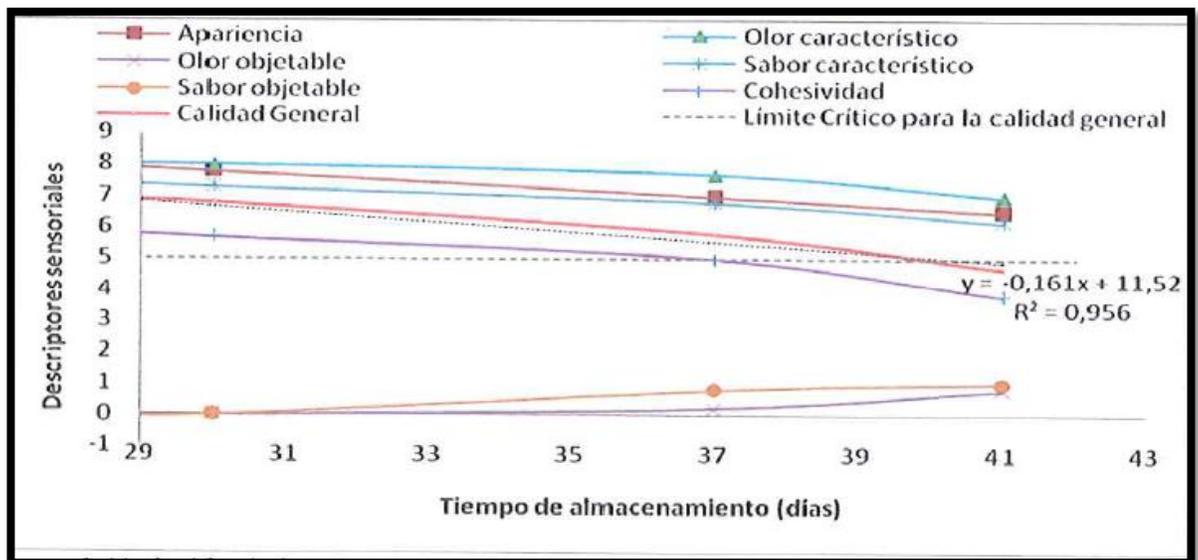


Gráfico 14. Variación de los descriptores sensoriales en función del tiempo

Ecuación de tendencia de la pérdida de calidad sensorial para el jamón (muestra 4) almacenado a 4°C.

$$\text{Calidad sensorial general} = -0,161X + 11,52$$

$$R^2 = 0,956$$

El límite de calidad crítico de calidad establecido es igual a 5, es decir que calificaciones menores indican rechazo del producto evaluado. Sustituyendo este valor en la ecuación se establece el tiempo de vida útil sensorial del producto.

$$5 = -0,161X + 11,52$$

$$X = 40,5$$

La vida útil sensorial del Jamón de cerdo ahumado a 4°C = 40 días

Por medio del análisis sensorial realizado a las muestras de jamón de cerdo en empaque de alta barrera al vacío almacenado a 4°C, se pudo establecer una estabilidad en la calidad sensorial general de 40 días. El fallo sensorial de las muestras se dio por la pérdida de sabor y olor característicos, la aparición de olores y sabores objetables asociados a deterioro en las muestras y debido a la pérdida marcada de la cohesividad característica de este tipo de producto.

5.3. COMPARACIÓN DE DEVOLUCIONES DEL JAMÓN DE CERDO ELABORADO CON CARRAGENINA Y ANTIMICROBIANOS NATURALES

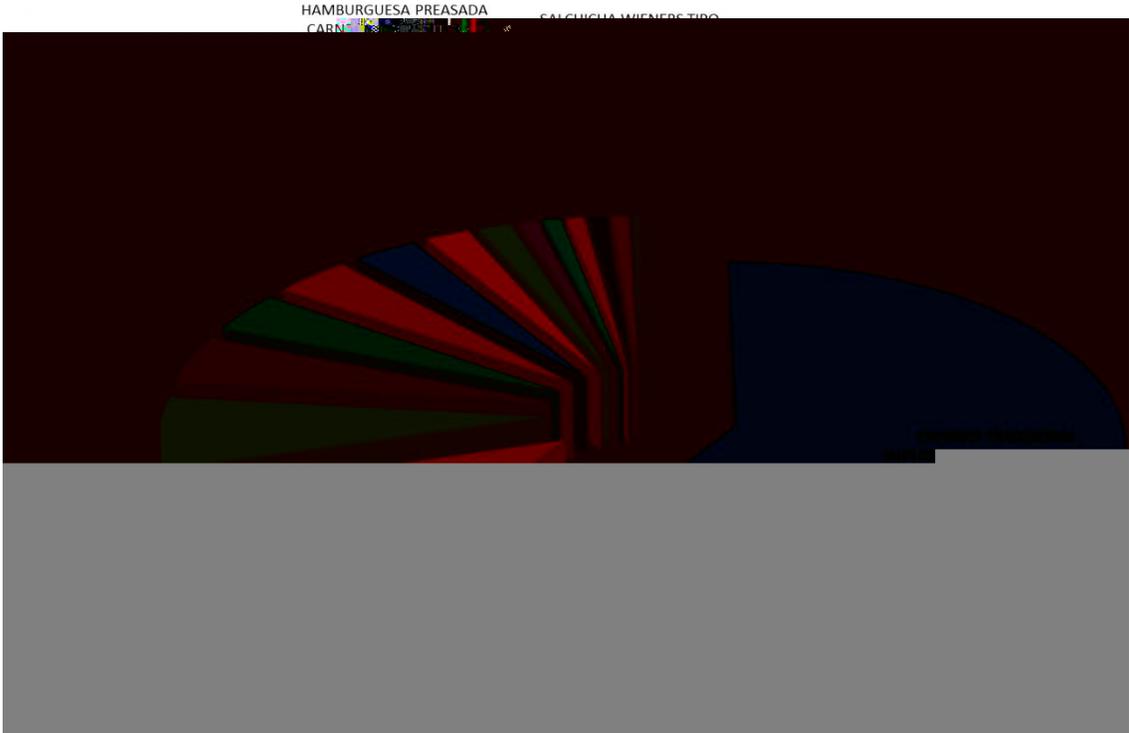
Devoluciones relacionadas con temas de calidad para octubre de 2015 después de los cambios de formulación realizados y en el proceso de elaboración de Jamón de cerdo:

5.3.1. Devoluciones por abombamiento Octubre de 2015

Con respecto a esta causal, se tiene un Aumento del 18,12% al pasar de 454,33 Kg (septiembre) a 536,65 Kg (Octubre) por abombamiento del producto. Disminuyo del 2,15% por problemas de aparición de lino al pasar de 2.610,63 Kg (septiembre - \$ 24.911.688) a 2.610,07 Kg (Octubre). Generando una pérdida total en pesos de \$ 126.053.989. A continuación se detallan los productos en general dentro del portafolio de la empresa afectados de manera directa.

Tabla 15. Pérdida total

Causal Devolución	Kg	\$ Monto	% Participación
DEVOLUCIONES CADENA	4.063,66	41.763.658	33,13%
PERDIDA DE VACIO	3.106,77	32.595.480	25,86%
LIMO	2.610,07	26.391.777	20,94%
ABOMBAMIENTO	536,65	5.796.286	4,60%



Como se observa en el gráfico 15, los productos que se ven afectados de manera directa por abombamiento son los de la línea de Chorizos, Jamón Premium, Salchichas y Hamburguesa. El jamón de cerdo desaparece del listado demostrando la efectividad de los cambios de mejora realizados tanto en formulación como en proceso.

5.3.2. Devoluciones por aparición de limo Octubre de 2015

Esta causal presentó una disminución del 2,15% al pasar de 2.610,63 Kg (septiembre) a 2.610,07 Kg (Octubre). A continuación se relacionan los productos afectados de manera directa por dicha causal.

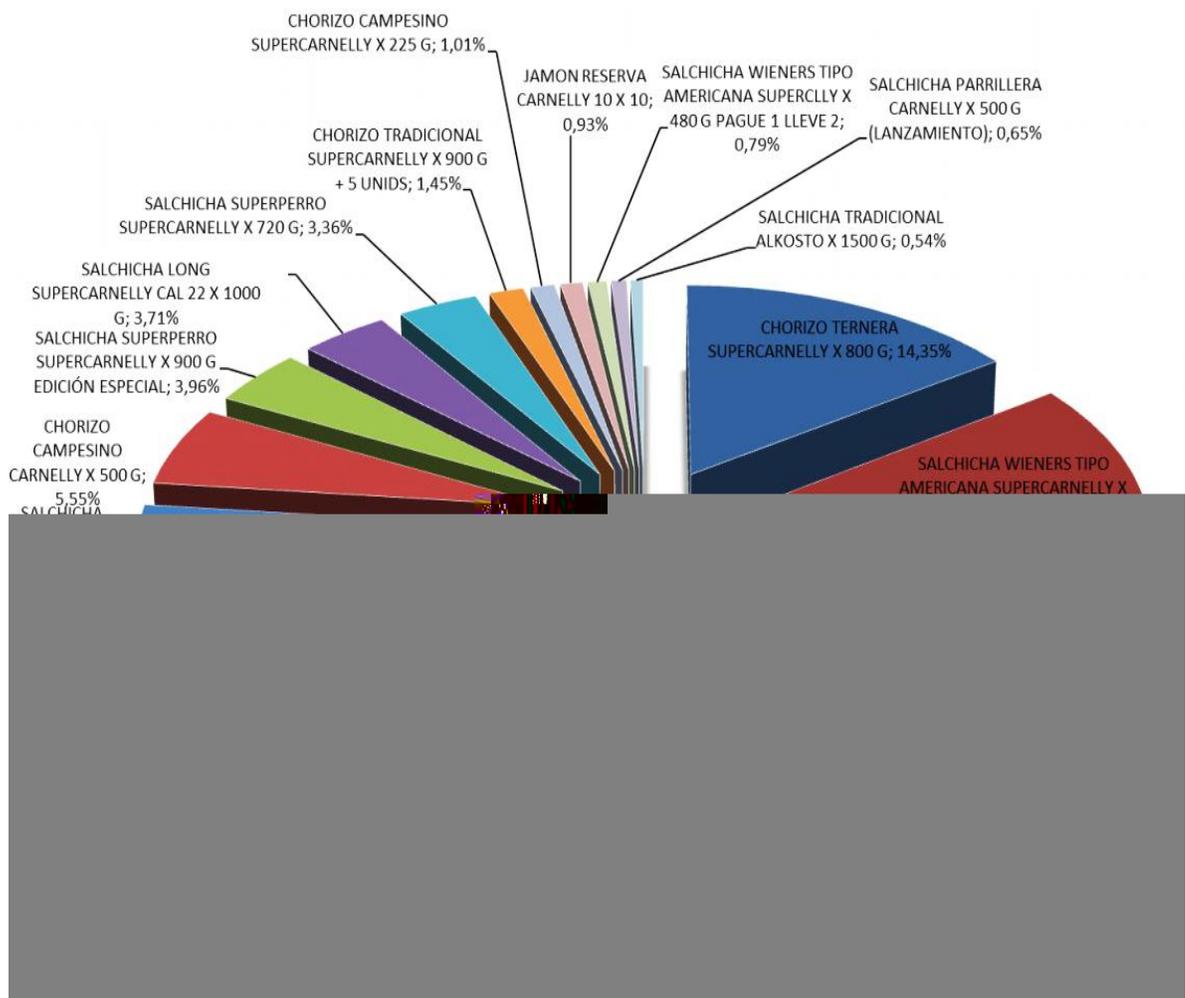


Gráfico 16. Productos afectados de manera directa por aparición de limo

En el gráfico 16 se detallan los productos con devolución por aparición de limo en los cuales se observa que el jamón de cerdo en estudio desapareció representando 0% de devolución por esta causa.

En productos como salchichas y emulsiones cárnicas envasadas al vacío y otras carnes procesadas almacenadas en temperaturas de refrigeración, microorganismos pertenecientes al grupo de las BAL, como *Lactobacillus sakei* y *L. Curvatus*, *Leuconostoc mensesenteroides*, *L. Carnosum*, *L. Gasicomitatum*, *Weissella spp* y *Carnobacterium spp*, son considerados como especies bacterianas alterantes (Ossa, J.; et al. 2010), ya que su actividad metabólica puede provocar acidez, decoloración, producción de gas, pérdida de sabores y olores, exudado lechoso, limo, abombamiento del empaque, cambios del pH, sin afectar la inocuidad del producto pero sí su calidad sensorial (Flórez, R.; et al. 2011). Efecto de inhibición que ejercieron los agentes antimicrobianos naturales adicionados en la formulación.

5.3.3. Devoluciones por pérdida de vacío Octubre de 2015

De los 3.106,77 Kg representados en devolución por pérdida de vacío veremos en la tabla 15 la participación de Kg que correspondieron a jamón con carragenina y antimicrobianos naturales de cerdo.

Tabla 16. Kg de Jamón de cerdo afectados por pérdida de vacío

	Kg	(Costo) \$
JAMON SANDUCHE AHUMADO X 800 G	34,40	\$ 385.390
JAMON SANDUCHE AHUMADO X 400 G	64,80	\$ 833.672
TOTAL	99,2	\$ 1.219.062

Para octubre del 2015 las pérdidas que se obtuvieron en devolución de jamón de cerdo con carragenina y antimicrobianos naturales fueron únicamente por pérdida de vacío equivalentes a un monto de \$ 1.219.062 pesos y 99,2 Kg de producto.

Al inicio del proyecto antes de la aplicación del cambio de formulación del jamón de cerdo sin la aplicación antimicrobianos naturales se tenía una devolución para octubre del 2015 de \$ 13.107.378.1 de pesos mes, disminuyendo notablemente a \$1.219.062 de pesos, generando un impacto económico representativo y satisfactorio para la empresa.

De acuerdo a los resultados anteriores se diseñó un plan de acción correctiva en el proceso de elaboración del Jamón de cerdo con carragenina y antimicrobianos naturales con el fin de complementar y garantizar la calidad y vida útil del producto final.

Tabla 17. Plan de acción correctiva para producto no conforme.

NO CONFORMIDAD: Alto porcentaje de devolución por abombamiento y recuentos de bacterias ácido lácticas y aerobios mesofilos en el Jamón de cerdo.						
ANÁLISIS DE CAUSA: Las condiciones actuales del proceso generan tiempos de estacionamiento prolongados y temperaturas altas para la manipulación del producto posterior al tratamiento térmico, lo que influye en el crecimiento de microorganismos que generan el inflamamiento y deterioro acelerado del Jamón.						
De acuerdo al análisis de causa realizado, se establecen las siguientes medidas:						
PLAN DE ACCIÓN CORRECTIVA						
QUE HACER	QUIEN	COMO	CUANDO	DONDE	PORQUE	VERIFICA
Asegurar el desmolde de torres prensa a máximo 5°C	Supervisor de área de producción Operario desmolde	Una vez finalice el proceso térmico, las torres deben de ingresar al túnel de enfriamiento de jamones. Se debe realizar una verificación con termómetro de la temperatura del producto.	A partir del martes 13 de Enero de 2015	Al interior del túnel de enfriamiento de Jamón	Para asegurar una manipulación del producto a temperaturas seguras que eviten el crecimiento acelerado de microorganismos.	Supervisor de área de producción. Departamento de calidad.
Estacionamiento de producto antes del tajado máximo 5 días en cava de producto en proceso.	Supervisor de área producto terminado Caveros	Los bloques de Jamón deben disponerse en canastillas al interior de la cava por el tiempo establecido antes del tajado.	A partir del martes 13 de Enero de 2015	Cava de almacenamiento de producto en proceso	Para minimizar el incremento de microorganismos por tiempos de estacionamiento prolongado.	Supervisor de área de producto terminado. Departamento de calidad

Aspersión de barras con solución desinfectante antes del tajado.	Supervisores de área de empaques Operarios de Tajadora	Debe realizarse una aspersión de las barras antes del desprendimiento del material de embutido, posterior a esta acción, montar producto en la tajadora.	Una vez instalados los aspersores en las tajadoras con proveedor ECOLAB	Equipo asignado para el tajado del jamón.	Para disminuir la presencia de microorganismos en el producto que se hayan generado durante el estacionamiento y por la manipulación.	Supervisor de área de empaques. Departamento de calidad.
--	---	--	---	---	---	---

Tajado de producto a máximo 5° Centígrados	Supervisor de área de empaques Operarios de Tajadora	Debe realizarse una medición con termómetro de la temperatura antes de realizar el tajado para asegurar la temperatura establecida	A partir del martes 13 de enero de 2015	Sala de empaques (Treiff 1, 2 y Mega Slicer)	Para garantizar una temperatura segura en la manipulación de las barras durante el proceso de tajado y disminuir el riesgo de crecimiento microbiano.	Supervisor de área de empaques Departamento de calidad.
Estacionamiento máximo de 4 horas de producto tajado antes del empaque.	Supervisor de área de empaques	Debe asegurarse que una vez tajado el producto, permanezca máximo 4 horas sin empaque y a temperatura controlada.	A partir del 13 de enero de 2015	Cava de producto en proceso	Para minimizar el incremento de microorganismos por tiempos de estacionamiento prolongado.	Supervisor de área de empaques Departamento de calidad.
Establecer una variable fija en el consumo de empaques en la línea de jamones.	Supervisor de área de empaques	Los operarios de Tiromat deben asegurar que las especificaciones establecidas para el proceso se	A partir del 13 de Enero de 2015	Sala de empaques (Tiromat)	Estandarización del proceso de empaque del jamón y seguridad del producto.	Supervisor de área de empaques Departamento de

		cumplan. FONDOS: 5 mils y 7 mils TAPA: Sin impresión 2.5 Mil				calidad
Limpieza con solución desinfectante del equipo y la cuchilla de tajadora en cada cambio de referencia	Supervisor de área de empaques Operario de tajadora	La limpieza debe realizarse atomizando ALCODES sobre las superficies de trabajo incluyendo la cuchilla	A partir del 13 de Enero de 2015	Sala de empaques	Para garantizar que el equipo permanezca limpio y desinfectado y evitar la contaminación cruzada.	Supervisor de área de empaques Departamento de calidad
Cambio de tamaño en disco de molino para el 14% del bloque cárnico de pierna de cerdo	Supervisor de carnes industriales Operario de molino	El operario debe asegurar que se realice la molienda del 14% de la materia prima cárnica para el jamón por el disco de 13	A partir del 13 de Enero de 2015	Sala de jamones	Para aumentar la capacidad de retención de agua en producto terminado.	Supervisor de carnes industriales Departamento de calidad

ELABORA:

Gerente de planta _____

Director Planta _____

Investigación y desarrollo _____

Analista de laboratorio _____

Coordinadora de Calidad _____

APRUEBA:

Gerente General _____

Tabla 18. Acciones correctivas y elevadas en la etapa de cocción.

DESVIACION	ETAPA PROCESO	VARIABLES DE CONTROL	ACCION CORRECTIVA	ACCION ELEVADA (se realiza cuando la acción correctiva no es efectiva)
No cumple con temperatura interna	Vapor- Etapas de finalización	Temperatura	<p>Alargar el proceso, según el producto. Si el problema persiste llamar al supervisión de producción e informar la novedad.</p> <p>Reportar la novedad en la bitácora del formato de control proceso de cocción.</p>	<p>Solicitud de servicio de mantenimiento.</p> <p>El producto debe retenerse para analizar microbiológicamente.</p> <p>Identificar los carros o canastas con el letrero PRODUCTO EN VERIFICACION e informar para realizar su disposición.</p> <p>Producto que después de la verificación no es apto para ser reincorporado al proceso debe descartarse y marcarse con el letrero: PRODUCTO NO CONFORME hasta su disposición final.</p>
Caída de presión de la línea	Secado	Tiempo	Se coloca en pausa el equipo, revisión de estado (tiempo) del proceso, continuar cuando esta se alcance, en caso de limitación tecnológica (horno), se ajusta el tiempo restante.	No requiere
	Vapor	Tiempo – temperatura (termocupla)	<p>Reinicia la etapa de vapor</p> <p>Reportar la novedad en el formato de control proceso de cocción.</p>	Si el daño es prolongado (> 2 horas) se genera solicitud de servicio a mantenimiento, se reinicia la etapa de vapor.

				<p>Informar al área de calidad al finalizar el proceso para liberar el producto.</p> <p>El producto debe retenerse para analizar microbiológicamente.</p> <p>Identificar los carros o canastas con el letrero PRODUCTO EN VERIFICACION e informar para realizar su disposición.</p> <p>Producto que después de la verificación no es apto para ser reincorporado al proceso debe descartarse y marcarse con el letrero: PRODUCTO NO CONFORME hasta su disposición final.</p>
Corte de energía	Secado	Tiempo	Se ajusta el tiempo restante en su regreso	No requiere
	Vapor	Tiempo	Reinicia la etapa de vapor Reportar la novedad en el formato de control proceso de cocción.	Si el daño es prolongado (> 2 horas) se genera solicitud de servicio a mantenimiento, se reinicia la etapa de vapor y se genera informe de producción a calidad para liberación

6. CONCLUSIONES

En el proceso de elaboración de jamón de cerdo en la empresa Carnes Casablanca S.A. se presentó inicialmente un 59.33% de devoluciones causadas por abombamiento del empaque, pérdida de vacío, aparición de limo y crecimiento microbiano.

En la formulación del jamón de cerdo en uso de carragenina al 1% pudo ser causante del incremento de la dureza, masticabilidad y cohesividad incrementando el rendimiento durante la cocción, otras alteraciones en la textura, asimismo el cambio en el proceso de mezclado y adición directa de las materias primas secas por un jamón elaborado a partir de la incorporación de salmuera y masajeado proporciono una mayor retención de agua, una mejor extracción de proteína y un buen ligado muscular, mejorando la textura del producto terminado.

La mezcla de L-Lactato de sodio, diacetato sódico y ácido acético en 1.5% metabisulfito y ascorbato añadidos a la formulación del jamón de cerdo, ejercieron un efecto bacteriostático sobre microorganismos patógenos como la *L. monocytogenes* y alterantes como BAL (Bacterias ácido lácticas) y AM (aerobios mesofilos) causantes del inflamamiento y deterioro del producto, durante la conservación del jamón independientemente de la temperatura de refrigeración: Temperatura óptima (0-4 °C) y Temperatura Crítica (6-9 °C). Logrando asegurar el control de los niveles de contaminación durante 52 días en almacenamiento a temperatura óptima y 46 días en temperatura crítica dando cumplimiento a las declaraciones legales del producto y a los requisitos microbiológicos establecidos en la NTC 1325 del 2008.

Se Determinó 40 días de vida útil sensorial para el jamón de cerdo, a partir de este periodo en almacenamiento el producto presenta pérdida de sabor y olor característicos, aparición de olores objetables, pérdida marcada de la cohesividad y la calidad general característica, que pueden estar relacionados con los cambios a nivel microbiológico que se dan en el producto especialmente por el desarrollo de bacterias ácido lácticas.

Con la aplicación de carragenina y antimicrobianos naturales se logró efectivamente una mejoría en la textura y vida útil del jamón de cerdo, reflejada en la disminución de las devoluciones a causa de abombamiento, pérdida de vacío y aparición de limo, en relación con los datos encontrados al inicio del estudio las cuales representaban el 53.33% de participación y un costo en pérdida de \$13.107.378.1 de pesos, consiguiendo para octubre del 2015 el 1.18% de participación solo por pérdida de vacío representados en \$1.219.062 de pesos, generando un impacto económico positivo y ganancia para la empresa.

7. RECOMENDACIONES

Con base a los análisis y estudio realizado sobre el proceso de elaboración del jamón según los resultados obtenidos se generan las siguientes recomendaciones en el proceso.

En el pesaje de materias primas se debe de dar cumplimiento a lo establecido en el instructivo del proceso no mezclar las sustancias controladas con cualquier otro tipo de materia prima seca tales como Nitritos, alérgenos apio, gluten, leche mostaza, nuez moscada y sulfitos. Esto permite tener un mejor control y trazabilidad en el proceso.

En el proceso de elaboración de salmuera seguir detalladamente el orden de adición de materias primas dar el tiempo de licuado adecuado y asegurar que la temperatura final de salmuera sea siempre $\leq 2^{\circ} \text{C}$.

Después de la descarga del producto del Tumbler, evitar en lo máximo los tiempos de espera del producto en cava para ser embutido, se recomienda en lo posible embutir inmediatamente

Asegurar el alcance de la temperatura interna operacional de $72-74^{\circ} \text{C}$ y el tiempo operacional de sostenimiento de 45 minutos.

Garantizar la temperatura interna del producto de $0 - 4^{\circ} \text{C}$ a la salida del túnel de enfriamiento para ser tajado, de lo contrario no permitir el tajado del producto hasta no cumplir con las variables de temperatura establecidas.

Mantener la constante verificación del proceso de elaboración del jamón para evaluar el cumplimiento del plan de acciones correctivas y el buen uso del instructivo de molienda de materia prima cárnica y masajeado del producto.

Incentivar constantemente la implementación de acciones preventivas para evitar las correcciones y no conformidades en cualquier proceso.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Ayadi, M.A., A. Kechaou, I. Makni, H. Attia. Influence of carrageenan addition on turkey meat sausages properties. 2009.(En Línea). *Journal of Food Engineering* 93(3): p. 278-283.(citado 15-octubre-2015).Disponible en Internet:<http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24958/37013>.
- Aymerich, M.T.,Garinga, M.y Hugas, M. Application of enterocins as biopreservatives against *Listeria innocua* in meat products. *J. Food Prot.* 63, p.721-726.
- Barbut, S. and G.S. Mittal. Use of carrageenans and xanthan gum in reduced fat breakfast sausages. 1992.(En línea). *LWT-Food Science and Technologies* 25(6).p.509–513.(citado 15 -octubre-2014). Disponible en Internet: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24958/37013>.
- Bejerholm C, Aaslyng MD. The influence of cooking technique and core temperature on results of a sensory analysis of pork depending on the raw meat quality. *Food Qual Pref.* 2004; Edicion15(1): p. 19–30.(citado 10 - octubre-2014).
- Björk J. Microbial ecology of marinated meat products. *Meat science.*(En línea).2005. Edicion70 .p.447-480.(citado octubre-15-2015).Disponible en Internet: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-06902010000300009&script=sci_arttext.
- Buelvas Salgado, G. A.; Patiño Gómez, J. H.; Cano-Salazar, J. A. Evaluación del proceso de extracción de aceite de aguacate hass (*Persea americana* Mill) utilizando. Antioquia, Colombia.2012. (En Línea).*Revista Lasallista de Investigación*, vol. 9, núm. 2, Julio-Diciembre.Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69525875017>.
- CHAMBERS E. N., J. B . Consumer perception of sensory quality in muscle foods. (En Línea).1993.*Food Technology* .p.116-117.(citado noviembre-10-2015).Disponible en Internet: http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/v5n2/Nacameh_v5n2_027-039-AguilarRico_etal.pdf.
- Cheng Q, Sun DW. Quality of pork ham as affected by locations within sample. Cooking methods and storage. *Journal of Food Engineering.* , Vol 65. (En Línea).2004. p 551-556.(citado octubre -9-2014).Disponible en Internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii>.
- Debevere, J. The effects of sodium lactate on the shelf of vacuum-packed coarse liver pate. . , 1989.*Fleischwirtschaft* 69, p. 223-224.

- Drider, D., Fimland, G., Héchard, Y., McMullen, L.. The continuing story of class IIa bacteriocins. 2006.Microbiol. Mol. Biol. Rev 70.p.564-582.
- Elischerova K, Havlikova G, Stupalova S, Glasnar I. Lysteria monocytogenes isolation at work places in the meat industry cesk. Epidemiol Microbiol Imanol. (En Linea).1977.Edicion 25.p.326-332.Disponible en Internet: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000112&pid=S0120-0690201000030000900012&lng=en.
- ESPAÑA, O. E. (2005). Recuperado el OCTUBRE de 2014, de <http://www.oficinascomerciales.es/icex/cma/contentTypes/common/records/viewDocument/0,,00.bin?doc=456268>.
- Frontela, C.; López, G.; Ros, G.; Martínez, C. *Relacion entre los parametros sensoriales, Fisicoquimicos e instrumentales en el Jamon cocido*. (En Linea).Murcia, España.2006. Departamento de Tecnologia de los alimentos, Nutricion y Bromatologia.Universidad de Espinardo.Disponible en: <http://revistas.um.es/analesvet/article/viewFile/892/892>.
- Garriga M. Bacterias Lácticas para evitar la viscosidad en productos cárnicos cocidos loncheados: Un ejemplo de bioprotección. Eurocarne.(En Linea).2001.Edicion 96 .p. 67-71.(citado 15-octubre-2014).Disponible en Internet: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-06902010000300009&script=sci_arttext.
- Geornaras I, Belk KE, Scanga JA, Kendall PA, Smith GC, Sofos JN. Postprocessing antimicrobial treatments to control Lysteria monocytogenes in commercial vacuum packaged bologna and ham stored at 10 °C. . Food Microbiology.2005.Edicon 68.p.991-998. .
- Guerrero I, Gelabert J, Gou P, Guardia D, Arnau J. Efecto de la disminución del contenido en sodio del jamón curado sobre sus propiedades sensoriales y reologicas. II Simposio Internacional del Jamón Curado. (En Linea).2000. Barcelona.(citado octubre 15-2014).Disponile en Internet: <http://www.redalyc.org/html/1698/169815392002/index.html>.
- Hsu, S.Y. and H.Y. Chung. Effects of k-carrageenan, salt, phosphates and fat on qualities of low-fat emulsified meatballs. 2001.Journal of Food Engineering 47(2): p. 115-121.
- Hugas, M y col. Acción antimicrobiana de las bacterias lácticas: sistemas naturales de conservación de los alimentos. 2002.Euro carné. Edicion 15, p.47-52.
- Hugas, M.,Garriga, M., Aimerich, M.T. y Monfort, J.M. Bacterial cultures and metabolites for the enhancement of safety and quality in meat products. Toldra, F. (Ed).India.2002. Research Advances in the Quality of Meat Products.p.225-247.

- Huis in't Veld JHJ. Microbial and biochemical spoilage of foods: on review. *J Food Microbiol* 1996; 33.p.1-18. .
- ICONTEC. Norma Técnica Colombiana. NTC 1325. Productos Cárnicos Procesados No Enlatados. Bogotá. 1998.
- J. Tirado, D. Paredes , G. Velazquez & J. A. Torre. Crecimiento Microbiano en productos carnicos refrigerados. (En Linea).Mexico.2009. Ciencia y Tecnologia Alimentaria.(Citado 13-October-2014). Disponible en Internet: <http://www.tandfonline.com/loi/tcyt19>.
- José Antonio Aguilar, Leopoldo González Cruz, José Mayolo Juárez Goiz, Zaira B. Guadarrama Álvarez, María E. Ramírez Ortíz, A. Bernardino Nicanor. (2011). Efecto de la utilización de bagazo de naranja como extensor funcional sobre las propiedades fisicoquímicas y texturales de jamón cocido. Disponible en: Nacameh, ISSN-e 2007-0373, Vol. 5, N°. 2, 2011, p. 27-39.
- Joseph JK, Awosanya B, Adeniran AT, Otagba UM. The effects of end-point internal cooking temperatures on the meat quality attribute of selected Nigerian poultry meats. . *Food Qual Pref.*(En Linea).1997; Edicion 8 (1): p.57-61.Disponible en Internet: <http://www.redalyc.org/html/1698/169815392002/index.html>.
- Katsaras K, Budras KD. The relationship of the microstructure of cooked ham to its properties and quality. *Lebensm Wiss Technol.*1993; 26 (3): p.229-334.
- Li KY, Torres JA. Effects of temperature and solute on the minimum water activity for grow and temperature characteristic of selected mesophiles and psychrotrophs. , Vol 17. p. 305-318.(En Linea). *J food proc and preserv* .1993.(Citado 10-octubre-2014).Disponible en Internet: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000123&pid=S0120-0690201000030000900023&lng=en.
- Mäkelä P, Schillinger U, Korkeala H, Holzapfel WH. Classification of ropy slime producing lactic acid bacteria based on DNA. DNA homology, and identification on *Lactobacillus sake* as dominant spoilage organisms in meat products. . *J Food Microbiol.* 1992.Edicion 16 .p.167-172.
- Muntal, M. Mejora de la seguridad alimentaria en productos cárnicos listos para el consumo mediante la aplicación combinada de tecnologías de conservación emergentes. Universidad de Girona. 2007.(Citado 20-agosto-2014). Disponible en internet: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/7797/tbmm.pdf;jsessionid=29F1A22024D07B1BF9B44BF9991D738A.tdx1?sequence=1>.
- Nielsen Retail Measurement Services. Estudios de medición de mercados en Colombia. Diciembre-Enero, 2008. Disponible en Internet:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012006902010000300009&script=sci_arttext.

- Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Bogotá. El sector de los procesados carnicos en Colombia.Fuente DANE, Calculos ANIF. Febrero 2005.
- Pietrasik, Z. Binding and textural properties of beef gels processed with k-carrageenan, egg albumin and microbial transglutaminase. . 2003.Meat Science. 63(3): p. 317-324.
- Rebollo, R. (En Linea).2008.Mejoramiento de la seguridad alimentaria.(citado octubre -14-2014). Disponible en Internet: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/7797/tbmm.pdf;jsessionid=A32FAA0900B438B58CBE61E92F578D99.tdx1?sequence=1>.
- Rodriguez JJ. . El uso de lactatos en el control de productos cárnicos. 2005.(En línea).(citado octubre 15-2014). Disponible en Internet: <http://www.consumaseguridad.com>.
- Rodriguez, J. J. El uso de lactatos en el control de productos carnicos. 2005.Ciencia y Tecnologia de alimentos.(citado 13-octubre-2014).Disponible en Internet: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2005/09/07/19918.php>.
- Ruiz-Ramírez J, Arnau J, Sierra X, Gou P. Effect of pH 24,NaCl content and texture parameters in biceps femoris and.semimembranosus muscles in dry-cured ham. Meat Sci. (En Linea).2006.Edicion 72 (2): p. 185-194.(citado octubre 15-2014).Disponible en Internet: <http://www.redalyc.org/html/1698/169815392002/index.html>.
- Samelis, J., A. Kakouri and J. Rementzis. Selective effect of the product type and the packaging conditions on the species of lactic acid bacteria dominating the spoilage microbial association of cooked meats at 4 0C. 2000.Food Microbiology. Edicion 17(3).p. 329-340.
- Shelef, L.A. y Potluri, V.Behaviour of foodborne pathogens in cooked liver sausage containing lactates. (En Linea).1995. Food Microbiol. p. 221-227.(citado octubre-15-2014). Disponible en Internet: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24958>.
- Simpson R, Li KY, Torres JA. A management tool to improve the microbial quality of refrigerated foods. In proceedings of the international conference on technical innovations in freezing and refrigeration of fruits and vegetables. . Davis, California; (En Linea)p.9-12.1989.EUA.
- URPA. (s.f.). Documentos del Observatorio de Agrociudades del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, La Agroindustria de Carnicos y

Derivados.(En Línea) Septiembre de 2005. (citado 13 -octubre-2015).Disponible en Internet: <http://repositorio.sena.edu.co/bitstre>.

Xiong, Y.L., D.C. Noel and W.G. Moody. Textural and sensory properties of low-fat beef sausages with added water and polysaccharides as affected by pH and salt. 1999.(En Línea).Journal of Food Science 64(3): p. 550–554.(citado octubre-15-2014).Disponible en Internet: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24958/37013>.

Young CL, Hyung-Bus Y, Dong-Ho K Shelf-Life determination of precooked Frozen Pork Meat Patties at Various Temperatures. 2002.J Food Proc Preserv.Edicion26. p. 165-177.

9. ANEXOS

ANEXO 1. Proceso encontrado en el Diagnóstico Inicial realizado.

	INSTRUCTIVO ADICION DE INGREDIENTES PRODUCTOS MEZCLADOS	Código: PI02	
		Versión: 2	
		Fecha: octubre 2014	
		Página: 1 de 1	

JAMON SANDUCHE AHUMADO A GRANEL				
EQUIPO: EMULSIFICADOR-MEZCLADOR COZZINI				
CAPACIDAD: 800 KG				
Diámetro de Discos: 1.2 mm 2.4 mm				
Porta cuchillas: 5 cuchillas y 6 cuchillas				
ORDEN DE ADICION	MATERIA PRIMA	TIEMPO minutos	RANGO T° DE MATERIA PRIMA	ESPECIFICACIONES
1	Terceras Pierna importada Pasta de pollo Vepro-Gel 95 PCP	3		Adicionar lentamente el veprogel haciendo uso del tamiz.
2	Carragenina M9396	3		
3	Agua 33.5% (110 Lt)	3	T° ambiente	
4	Sal Nitral sal curante al 20% Pirofosfato de sodio Eritorbato	1		
5	Condimentos Jabarot	3		
6	Color rojo carmín CSR 3.5	7		Diluir el color en 8 litros de agua
7	Proteína Supro System	4		Distribución homogénea en la pasta haciendo uso del tamiz durante la adición de materia prima seca evitando así la formación de grumos.
8	Proteína Supro 548	2		
9	Agua 15.2 % (50 Lt)	2	T° ambiente	
10	Dextrosa Monohidratada Maltodextrina	2		
11	Agua 48.7% (160 Lt)	10	T° ambiente	
12	Mezcla sabor Jamón	2		
13	Colorante artificial	1		
14	Almidón de papa	23		
15	conservante	20		
TIEMPO TOTAL MEZCLADO: 85 minutos				
TEMPERATURA FINAL DE PASTA EMULSIFICADA: 8- 10°C				
TIEMPO ESTIMADO PARA EL PROCESO: 110 minutos				

ANEXO 2. Proceso de elaboración utilizado en las formulaciones propuestas muestra 3.Salmuera más mezclado en mezclador.

	ORDEN DE ADICION DE INGREDIENTES AL MEZCLADOR	Código: PI01	
		Version: MEMORANDO	
		Fecha: 10 Marzo 2015	
		Página: 1 de 1	

JAMON SANDUCHE AHUMADO A GRANEL						
*Temperatura de material refrigerado es de 0°C a 7°C						
*Temperatura de material congelado es ≤ 0°C.						
ELABORACION DE SALMUERA						
LICUADORA	ORDEN DE INGREDIENTES	Kg 400	Kg 800	T _c (°C)	Tiempo (Min)	
	0	AGUA		240	≤25	10
	1	INICIO PROGRAMA				
	2	PIROFOSFATO DE SODIO				
	3	SAL				
	4	NITRAL SAL CURANTE AL 20%*		*		
	5	COLOR ROJO CARMIN CSR 3.5				
	6	DIOXIDO DE TITANIO*		*		
	7	PROTEINA SUPRO SYSTEM M112 (1303)				
	8	HIELO		-		
	9	COND JAMON DELICADO+				
		COND JAMON COCIDO+				
		COND JAMON PREMIUM+				
	10	COND TAROMA PIKANT SMOKY+				
		COND TAROMA HAM+				
	GLUTAMATO DE SODIO+					
11	OPTIFORM SD4 + BOMBAL VNX					
12	JABAROT HAM (FRICHROT)*		*			
13	MALTODEXTRINA +					
	CARRAGENINA M9396(GELCARIN ME-7823)					
14	ERITORBATO DE SODIO*		*			

LÍMITE ETAPA 1

≤2 °C

MEZCLADOR	ORDEN DE INGREDIENTES	Kg 400	Kg 800	Ø (mm)	T _c (°C)	Tiempo (Min)	
	0	INICIO DE PROGRAMA					
	1	PIERNA IMPORTADA		-	13	Refr	4
	2	PIERNA IMPORTADA		-	5	Refr	
	3	TERCERAS		-	5	Refr	
	4	PASTA DE POLLO		-	8	Cong	
	5	NOVAPRO					
	6	1 CARRO DE SALMUERA					10
	7	100% DE SALMUERA					20
8	ALMIDON DE PAPA					46	

LÍMITE ETAPA 2

4- 12 °C

80 Min

ANEXO 3. Fichas técnicas materia prima seca nueva utilizada.

PURASAL <i>Opti.Form</i> SD 4		
Descripción	PURASAL <i>Opti.Form</i> SD 4 es basado en lactato de sodio, el sal sódico del ácido L(+) láctico, o cual é producido vía fermentación del azúcar de caña. Tiene sabor salino suave, buenas propiedades anti microbianas y pH neutro. PURASAL <i>Opti.Form</i> SD 4 es una formulación de L-lactato de sodio, acetato de sodio e ácido acético grado alimenticio.	
Especificación	Producto	L-Lactato de sodio, acetato de sodio e ácido acético
	Aspecto	Líquido viscoso
	Color	Máx. 50 apha
	Contenido de sodio	11,3 – 13,0%
	Concentración de lactato de sodio	54,5 – 57,5 (% p/p)
	Concentración de acetato de sodio	4,3 – 5,0 (% p/p)
	pH (directo)	6,0-8,0
	pH (16,7g do producto + 83,3g de agua)	5,0-7,0
	Calcio	Máx. 20 ppm
	Cloruro	Máx. 50 ppm
	Hierro	Máx. 10 ppm
	Metales pesados totales	Máx. 10 ppm
Propiedades físicas y químicas	Fórmula molecular	CH ₃ CHOHCOONa (lactato de sodio) CH ₃ COONa (acetato de sodio) CH ₃ COOH (ácido acético)
	Nomenclatura	2 hidroxipropionato de sodio (lactato de sodio) Etanoato de sodio (acetato de sodio) Ácido etanoico (ácido acético)
Registros	Ministerio Brasileño de la Salud	exento en conformidad con resolución 23/00 del ANVISA
	EEC – aditivo alimenticio	E 325 – lactato de sodio E 262(i) – acetato de sodio E 260 – ácido acético
	CAS – Nr.	867-56-1 – lactato de sodio 127-09-3 – acetato de sodio 64-19-7 – ácido acético
	Mercosul – aditivo alimenticio	INS 325 – lactato de sodio INS 262(i) – acetato de sodio INS 260 – ácido acético

Registros	Ministerio Brasileño de la Agricultura /DIPOA	AUP 933/2003
Embalaje	Bidones del polietileno de 25 Kg líquido Tambores del polietileno de 275 Kg líquido	
Fecha de validez	2 años	
Seguridad y Manejo		
Toxicidad	Propio para consumo humano, considerado pela FDA (Food and Drug Administration -USA) como producto GRAS (Generally Recognized as Safe).	
Almacenaje	Producto estable bajo condiciones normales, habiendo aumento de cor cuándo es almacenado por períodos prolongados. Debe ser almacenado en recipientes de acero inoxidable 316, polietileno o fibra de vidrio.	
Manejo	O Operador debe observar as normas usuales de seguridad.	
Seguridad	O producto pode causar irritación e por tanto evitar contacto con ropa, piel y ojos. En caso de contacto con la piel, lavar el área afectada con agua. En caso de contacto con los ojos, lavarlos con agua abundante por un mínimo 15 minutos y buscar asistencia médica en caso de que la irritación permanezca.	
Principales aplicaciones	El PURASAL <i>Opti.Form</i> es utilizado como regulador de la acidez, antioxidante, y humectante en productos cárnicos y pescados que requieren aumento de la vida de almacenaje y aumento de seguridad microbiológica, especialmente con relación a los patógenos. El producto tiene una óptima capacidad para controlar e bajar la carga microbiana, mostrando de forma bien acentuada, bastante activo para evitar la temeridad del <i>Listeria monocitogenes</i>	
Otras aplicaciones	Utilizado en alimentos perecibles de forma general que requieren un aumento en la vida de almacenaje.	

SYNERGY MEAT DN

SISTEMA CONSERVANTE

ESPECIFICACIONES TECNICAS

FORMA FISICA Polvo free flowing.

ESPECIFICACIONES

	MIN	MAX
Acetato de Sodio	40%	58%
Diacetato de Sodio	20%	
pH (1 g producto +99 g de agua)	5	7
Sabor	Salino, ligeramente ácido	
Nisina (0,5% en producto final)	5,5 ppm	7 ppm
Contenido de Sodio	18%	22%

DOSIFICACION 0,5% con base en fórmula total

INGREDIENTES Acetato de Sodio, Diacetato de Sodio, Citrato de Sodio, Eritorbato de Sodio, Sal, Anticompactante, Nisina

INDICACIONES DE USO

Embutidos Agregar SYNERGY MEAT DN después de los fosfatos.

Agregar en la bolsa de pasaje la Sal sobre el Synergy Meat para minimizar la producción de Bruma

Una vez agregado el producto al equipo, agregar hielo para minimizar la producción de bruma.

PRECAUCIONES Usar Tapabocas en el proceso de pesaje, el contenido de Diacetato de Sodio es irritante de las vías respiratorias.

SYNERGY MEAT DN está diseñado para extender la vida útil de los productos cárnicos en general, controlando efectivamente el crecimiento microbiano.

APLICACIONES Y BENEFICIOS

PRODUCTOS CARNICOS

Prolonga la vida útil de los productos cárnicos, es efectivo contra bacterias patógenas - Salmonella, Listeria monocytogenes, Shigella, E. coli, Clostridium, etc),

Tiene acción, bactericida, bacteriostática y antioxidante

Mejora la textura, color y actúa como potenciador de sabor.

Garantiza la bioseguridad de los productos

Controla efectivamente bacterias acidolácticas.

Actúa como antioxidante inhibiendo la oxidación de las grasas

Preservante natural

Proporciona un color curado intenso.

EMPAQUE Cajas x 15 Kg.

ALMACENAMIENTO

Almacenece estibado en un lugar fresco y seco

VIDA UTIL

12 meses de la fecha de fabricación

TARI[®] P 34

(76802)



Special phosphate combination for cured and uncured cooked meat, ham, bacon, poultry etc.

Application:

For all types of cured cooked products like whole muscle ham, reconstituted ham, bacon, corned beef, chopped ham, coarse meat for sausage etc. For all injection and massaging methods.

Properties:

- High power of solubilizing protein
- Improved hydration with the brine
- Higher water-brine-binding capacity
- Good massage characteristics
- Reduced cooking losses
- Excellent slicing - no tearing

Recommended quantities:

0.3 - 0.5 % (3 - 5 g/kg)

TARI P 34 to the final product.

Adjust the brine to individual requirements.

Technology:

Dissolve TARI P 34 first completely in water before the other ingredients are added. The optimum brine temperature is between 0 and 2°C.

Ingredients:

Tri- and diphosphates (E 451, E 450)

Product data:

pH-value (1 % w/w sol.)	8.8 ± 0.2
P ₂ O ₅ -content (%)	57.5 ± 1.0

Storage conditions / Shelf life:

- Store cool and dry (approx. 20°C)
- Best before 36 months after date of production (in original packaging)

The existing food regulations have to be observed.

Health and safety:

For security data please refer to the separate health and safety data sheet.

The above recommendations are given using today's most modern technical information. Alternative ideas will become known as progress is made. But in the meantime we guarantee our products to be as perfect as possible. Any further liability cannot be accepted since the proper application of our product is beyond our control. This product information will not be updated automatically. Aug-12

Anexo 4.Resultados TPA muestras 0, 1, 2 y 3.

IDENTIFICACION	MUESTRA	DUREZA	ELASTICIDAD	COHESIVIDAD	GOMOSIDAD	MASTICABILIDAD
Jamon 1 VP 0,8%	1	6098,464	0,855	0,578	3524,448	3013,268
Jamon 1 VP 0,8%	1	6123,484	0,881	0,612	3746,126	3298,612
Jamon 1 VP 0,8%	1	5641,231	0,849	0,597	3369,127	2861,036
Jamon 1 VP 0,8%	1	6791,719	0,869	0,697	4732,234	4110,003
Jamon 1 VP 0,8%	1	6450,372	0,884	0,712	4593,744	4061,492
Jamon 2 VP 0,6%	2	6352,49	0,886	0,735	4669,697	4137,59
Jamon 2 VP 0,6%	2	7701,01	0,881	0,657	5062,971	4459,506
Jamon 2 VP 0,6%	2	7415,231	0,842	0,618	4586,204	3863,529
Jamon 2 VP 0,6%	2	6021,491	0,878	0,545	3283,129	2883,829
Jamon 2 VP 0,6%	2	5442,419	0,848	0,522	2840,277	2408,555
Jamon 3 VP 0,5%	3	5767,252	0,87	0,655	3780,327	3289,906
Jamon 3 VP 0,5%	3	4706,425	0,872	0,747	3515,178	3066,159
Jamon 3 VP 0,5%	3	5143,244	0,887	0,719	3698,91	3280,031
Jamon 3 VP 0,5%	3	4951,307	0,872	0,695	3439,736	2997,935
Jamon 3 VP 0,5%	3	4610,598	0,858	0,574	2647,45	2270,659
C VP95 1%	0	4692,533	0,878	0,58	2720,425	2387,312
C VP95 1%	0	4263,651	0,931	0,541	2306,874	2148,641
C VP95 1%	0	5140,834	0,81	0,702	3610,049	2925,496
C VP95 1%	0	4152,09	0,859	0,471	1953,868	1678,826
C VP95 1%	0	4345,87	0,868	0,485	2106,761	1828,437

Anexo 5. Variación de los descriptores sensoriales en función del tiempo para las muestras de Jamón de cerdo almacenadas a 4° C.

ANÁLISIS SENSORIAL PARA JAMÓN SANDUCHE AHUMADO DE LOTE: 24439-108367-168-2M EN EMPAQUE DE ALTA BARRERA AL VACÍO ALMACENADO A 4°C				
Descriptor evaluado	Días de evaluación			
	Día 27	Día 30	Día 37	Día 41
Apariencia	8	7,8	7	6,5
Olor característico	8	8	7,7	7
Olor objetable	0	0	0,2	0,8
Sabor característico	7,5	7,3	6,8	6,2
Sabor objetable	0	0	0,8	1
Cohesividad	6	5,7	5	3,8
Calidad general	7	6,8	5,8	4,7
Aceptación / Rechazo	A	A	A	R
Observaciones	Manchas pardas en masa	Disminuyo humedad	se rompe con facilidad, presenta notas alcohólicas	Pérdida marcada de la cohesividad característica, incremento de la intensidad en notas alcohólicas

A: Aceptado R: Rechazado

Anexo 6. Proceso de elaboración en CARNES CASABLANCA S.A



Recepción de materia prima seca



Recepción de materia prima
Cárnica



Pesaje de materia prima



Clipado material embutido



Elaboración de salmuera



Mezclado



Embutido

Montaje en torre prensa



Cocción





Desmolde



Barras desmoldadas



Loncheado-tajado



Empaque

Carnes
Casablanca S.A

CARNELLY
da sabor

Súper CARNELLY
Carnes frías

Casablanca
CARNELLY