

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la Industria Cárnica ha ido desarrollando nuevas y mejoradas técnicas en cuanto a productos y derivados cárnicos ya que la carne es uno de los alimentos básicos y más interesantes desde el punto de vista nutritivo y fisiológico, cuyas cualidades se han ido conociendo mejor a medida que el progreso a permitido que entre en sus formas las investigaciones sobre nutrición, y así se conoce ahora que es una fuente de hierro muy importante, al igual de poseer un alto valor proteico.

Es por esto, que el consumidor ha desarrollado un grado mayor de exigencia, ya que está en juego su salud. Todo ello ha dado lugar a un esfuerzo legislativo y de atención por los servicios sanitarios, del que sin duda, en el caso de las carnes es el propio sector el mayor beneficiario a largo plazo, y en cualquier caso siempre es el consumidor.

En la presente investigación se probó el efecto del curado y ahumado con el fin de satisfacer las variaciones de consumo de carne ya sea por su color, olor, textura, apariencia externa y jugosidad. De esta manera se estableció la posibilidad de evaluar este proceso bajo la adición de salmuera con diferentes niveles de carragenato, considerando que a través de esta práctica tecnológica, se lograría mejorar las características organolépticas y de conservación del producto terminado

Entendiéndose como producto terminado en el presente caso a las chuletas de cerdo curada y ahumada, las cuales no han sido tecnológicamente industrializadas, para permitir así desarrollar una nueva empresa alimenticia de alta calidad, creando nuevos productos, los mismos que deben cumplir con un conjunto de atributos tangibles e intangibles que incluyen: el empaque, color, el prestigio del productor o fabricante, el prestigio de detallistas y sus servicios que el cliente podría aceptar como satisfactorios. Además es necesario que los empresarios industriales tengan un amplio conocimiento e interés por su mercado meta, sobre todo por que el consumidor actualmente no emplea un simple proceso de compra sino que esta presenta una serie de características, que influyen fuertemente en su decisión, para ello recibe muchos estímulos alguno personales, otros culturales, sociales y psicológicos.

Por lo anotado anteriormente, se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto de la utilización de diferentes niveles de carragenatos en la elaboración de chuleta curada y ahumada.
- Determinar las características bromatológicas, organolépticas y microbiológicas de las chuletas de cerdo curada y ahumada por efecto de la adición de diferentes niveles de carragenato.
- Establecer su rendimiento así como los costos de producción y su rentabilidad a través del indicar beneficio/costo

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS

1. Carne

Cornejo (1981) define a la carne como la parte muscular de animales faenados, constituida por todos los tejidos blandos que rodean el esqueleto, incluyendo su cobertura, grasa, tendones, vasos, nervios, aponeurosis y tejidos no separados durante la faena, entendiéndose por productos cárnicos a los preparados sobre la base de carne.

Según Kirk (1999), las especies convencionales para carne en el mundo incluyen el ganado vacuno, los búfalos, el ganado ovino, los cerdos, las cabras, los venados, los caballos y diversas especies de ave de corral y de caza. Tradicionalmente, se considera que la carne es una de las principales fuentes de proteína y, en opinión de la mayoría de los consumidores occidentales, es fundamental para la salud y el bienestar. Encuestas recientes indican tendencia a un menor costo de carne fresca y mayor consumo de productos procesados que contienen carne. La modificación del empleo de extensores emulsificantes ejerce un efecto considerable en la capacidad de retención de agua de las proteínas de la carne. Se ha utilizado o se ha sugerido la incorporación de diversos tipos de proteínas derivadas de la carne e ingredientes no cárnicos. La carne molida no debe obtenerse de los

desperdicios (sobras) de retazos o recortes ni prepararse con carne de la cabeza, canilla, áreas con inyecciones, diafragma, parte central de músculo de la panza y recortes de huesos.

Según Tecnoalimentos (2001), con la denominación de carne se entiende la parte comestible de los músculos de los animales de abasto como bovinos, ovinos, porcinos, equinos, caprinos, camélidos, y de otras especies aptas para el consumo humano. La carne comprende todos los tejidos blandos que rodean el esqueleto, incluyendo su cobertura grasa, tendones, vasos, nervios, aponeurosis, huesos propios de cada corte cuando estén adheridos a la masa muscular correspondiente y todos los tejidos no separados durante la faena, excepto los músculos de sostén del aparato hioideo y el esófago, así como también indica que los subproductos comestibles son las partes y órganos tales como: corazón, hígado, riñones, timo, ubre, sangre, lengua, sesos o grasa, de las especies de abasto. Se exceptúan de esta categoría los pulmones. La carne recién faenada debe tener apariencia marmórea, con superficie brillante, ligeramente húmeda y elástica al tacto. El olor y el color deben ser característicos de la especie. La grasa debe ser firme al tacto y no debe contener zonas o puntos hemorrágicos.

2. Productos cárnicos

Con relación a los productos preparados Tecnoalimentos (2001), las denomina cecinas y al respecto indica que las Cecinas, sin otra denominación,

son aquellos productos elaborados a base de carne y grasa de vacuno o cerdo, adicionados o no de aditivos, condimentos, especias, agua o hielo. Los productos elaborados que contengan carnes provenientes de otras especies, en cualquiera proporción, deberán declararlo en la rotulación. Todo local de venta que fraccione cecinas con antelación al expendio, deberá contar con un lugar adecuado para dicho propósito. El producto fraccionado deberá manipularse respetando las normas de higiene, procurando que su manipulación y exposición a condiciones ambientales desfavorables sea mínima. Las cecinas cocidas son aquellos productos que, cualquiera sea su forma de elaboración, son sometidos a un tratamiento térmico, en que la temperatura medida en el centro del producto, no sea inferior a 68°C (jamón, mortadela, paté, salchichas y otras).

3. Clasificación de los productos cárnicos

Venegas y Valladares (1999), indican que las clasificaciones de los productos cárnicos son diversas y se basan en criterios tales como los tipos de materias primas que los componen, la estructura de su masa, si están o no embutidos, si se someten o no a la acción del calor o algún otro proceso característico en su tecnología de elaboración, la forma del producto terminado, su durabilidad o cualquier otro criterio o nombres derivados de usos y costumbres tradicionales. Por ejemplo:

Flores (1980), los reúne en dos grupos: aquellos formados por piezas

(paquetes musculares con o sin hueso) y los formados por pastas (elaborados con carnes más o menos picadas), dentro de los cuales existe otros subgrupos, además indica que la clasificación francesa establece grupos diferenciados entre sí por las características de las materias primas que constituyen los productos: formados por piezas saladas, por mezclas de carnes picadas, a base de carne y despojos comestibles, sangre, etc., y en estos grupos se establecen diferentes categorías de acuerdo con el tratamiento tecnológico.

En la legislación búlgara (BDS, 1982) los productos cárnicos se clasifican en cinco grupos atendiendo a las materias primas empleadas, a la durabilidad, al tratamiento mecánico a que son sometidos y si son tratados o no con calor, estableciendo a la vez múltiples subgrupos según diferentes características del tratamiento tecnológico o de los propios productos.

En la legislación española (Carballo y López de Torre, 1991) se clasifican en: frescos, crudos-adobados, crudos-curados, tratados por el calor, salazones cárnicas, platos preparados cárnicos y otros derivados cárnicos.

En Colombia se clasifican en tres grandes grupos según se aplique o no un tratamiento térmico y el tipo de éste: productos procesados cocidos, productos procesados enlatados y productos procesados crudos que a su vez se subdividen en crudos frescos y crudos madurados (Quiroga et al, 1994).

Schmidt y Raharjo (1995) los describen en cinco grupos: carnes

curadas, productos seccionados y formados, productos molidos, productos picados finamente y productos fermentados.

B. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS CARNES Y PRODUCTOS CÁRNICOS

Libby (1986) expresa que la composición química post mortem de los músculos y de los órganos influye en la forma como reaccionaran estos tejidos cuando se encuentre en diferentes medio ambientes. Una subdivisión del tejido muscular mayor dará aproximadamente la siguiente composición: 18% proteína, 1.5% nitrógeno no proteinado; 3% grasa; 75% agua; 1% glicógeno; 1.5% ceniza.

Según Hart y Fisher (1987), la composición básica media y los valores energéticos de varias carnes curadas y diversos productos cárnicos, son las que se reportan en el cuadro 1.

Los constituyentes fundamentales de la carne fresca son: el agua, proteína, grasa y las cenizas, la carne de bóvido contiene por termino medio un 18% de proteína un 61% de agua, un 20% de grasa y un 0.9% de ceniza. La proteína más abundante del músculo es el complejo actomiosina al que se debe las propiedades contráctiles del músculo. El responsable del color de la carne es el pigmento mioglobina que se pierde durante la sangría. Tanto la mioglobina como la hemoglobina, son étero proteica el grupo hemo compuesto

Cuadro 1. COMPOSICIÓN Y VALORES ENERGÉTICOS DE CARNES CRUDAS Y PRODUCTOS CÁRNICOS.

Producto	Proteína %	Agua %	Grasa %	Cenizas %	Calorías /100g
Bacón	9.1	20	65	4.3	630
Salchicha de Bolonia	14.8	62	16	3.3	220
Carne de bovino	18.3	48	6	11.6	200
Carne deshidratada	15.0	58	14	--	190
Dutch loaf	15.2	64	14	3.1	200
Salchichas frankfurt	15.1	62	20	2.3	240
Salami	17.1	46	23	--	310
Tocino salado	16.2	52	27	3.9	310

Fuente: Hart y Fisher, 1987.

de un átomo de hierro y un anillo tetrapirólico, la posición gruesa de la carne esta constituida fundamentalmente, por triglicérido ácidos grasos de cadena lineal, con un número par de átomos de carbono y pequeñas cantidades de mono y diglicéridos (Kirk, 1999).

C. CONSERVACIÓN DE LA CARNE

Amo (1986), expresa que actualmente la conservación de la carne es una necesidad básica y por ello científicos e industriales se esfuerzan en desarrollar medios de conservación eficaces. En la conservación de la carne se pretende retardar o evitar determinados cambios que la inutilizan como alimento o que reducen su calidad. La alteración es producida por causas muy diversas, siendo las principales de tipo microbiano, químico y físico. La carne

fresca es uno de los alimentos más perecederos y por ello es preciso aplicar los procedimientos de conservación inmediatamente después del sacrificio. La refrigeración es el medio más común y mejor para conservar la carne fresca durante un período de tiempo relativamente corto. Las carnes curadas o procesadas son más estables que las frescas frente a la alteración microbiana debido a la presencia de aditivos como la sal, a su menor contenido de humedad (como en el caso de los embutidos secos) o los dos factores. La conservación mediante el curado o procesado es menos necesaria al difundirse el uso de la refrigeración. El nivel de sal, por ejemplo, ahora se establece en función de las propiedades organolépticas del producto. La mayor estabilidad antimicrobiana de estas carnes permite que otras causas de alteración adquieran mayor importancia. Por ejemplo, las modificaciones químicas del color algunas veces constituyen un grave problema.

1. **Curado de la carne**

Charley (1991) señala que el curado se refiere a modificaciones de la carne que afectan su conservación, sabor, color, y blandura, debido a los ingredientes de curado que se añaden después de haberse envejecido correctamente la carne aun se reconoce como fresca, pero el propósito del curado es alterar totalmente la naturaleza de la carne y originar productos, como tocino ahumado y salado, jamón, cecina de res y salchichas fuertemente sazonados como es la boloñesa y la vienesa.

Pero en donde ya hay métodos más efectivos de conservación, el principal objetivo del curado es la elaboración de productos cárnicos con sabores únicos y propósito especial es la conservación del color rojo de la carne. Los ingredientes empleados en el curado o encurtido de la carne son:

- Sal común – que es un ligero conservador y da sabor
- Nitrito y nitro de sodio, - que son fijadores de color rojo
- Azúcar – que ayuda a estabilizar el color y también añade sabor
- Especias – principalmente por su sabor.

2. Conservación mediante ahumado

Después del secado, el ahumado es el método más antiguo de conservar alimentos, especialmente productos cárnicos y de pescado. El humo contiene numerosos componentes químicos que afectan, ya sea al sabor o al color, y se le puede atribuir un cierto efecto conservante. También en el ahumado tradicional, la superficie del producto sufre un considerable efecto de la acción de secado. El efecto producido solo por el humo, no es, en cualquier caso, suficiente para ofrecer un producto no- perecedero. Tradicionalmente, el secado, salado, fermentado, o cocido eran partes del proceso de tratamiento. Hoy en día, la utilización de humo se debe principalmente al efecto que produce sobre el color y sabor. No obstante, su efecto conservante es importante en algunos productos. Actualmente en la industria cárnica se hace distinción entre (Alpro, 2001):

- Ahumado en frío: Donde la temperatura alcanza unos valores típicos de 18-25 °C. El ahumado en frío puede llevar semanas.
- Ahumado semicaliente: Es utilizado a temperaturas de 40°C
- Ahumado caliente y muy caliente: Combinado con el cocido, la temperatura alcanza valores de 70-90 °C en el producto y hace que la proteína se coagule. El proceso consiste en: un secado cocido, ahumado durante algunas horas, donde el ahumado es solamente parte de dicho proceso.

D. ADITIVOS Y CONDIMENTOS

Los aditivos son sustancias que van a influir en los procesos físico – químicos microbianos mejorando el sabor, ya que la carne y tocino para embutidos carentes de sal, son insípidos. Cada aditivo tiene su función específica por ejemplo: la sal común y el glutamato monosódico mejoran el sabor, el ácido ascórbico es preservante y esterilizador de color (Garriga, 1987)

El mismo autor manifiesta que los condimentos tiene una acción sazonante y aromatizante pudiendo modificarse con ellos las características de sabor de los productos. Los condimentos naturales y extractos de los mismos pueden estar contaminados con gérmenes que descomponen el embutido o provocan defectos de color, textura, consistencia, así como el olor y sabor, sin embargo la industria de los condimentos ya expende productos estériles o extractos libres de gérmenes conocidos como deoleoresinas.

Tecnoalimentos (2001), señala que en la elaboración de cecinas se permitirá el uso de nitrito de sodio, nitrato de sodio y nitrato de potasio, solos o en mezcla bajo las siguientes condiciones: como "sal nitrificada". Sal nitrificada es una mezcla de cloruro de sodio, adicionado de nitrito de sodio en una concentración de 0,7 a 0,8%; "sales de cura" mezcla de cloruro de sodio, nitrito de sodio, nitrato de sodio, potasio, y otros aditivos permitidos. El porcentaje total de nitrito de sodio y nitrato de sodio o potasio, expresado como nitrito de sodio no debe ser superior al 10%; la sal nitrificada y sales de cura deben ser elaboradas exclusivamente en establecimientos autorizados para estos fines por la autoridad sanitaria, quedando prohibida su elaboración en las fábricas de cecinas. Queda asimismo prohibido mantener nitrito de sodio, nitrato de sodio y/o potasio como tales, en fábricas de cecinas; en la sal nitrificada y las sales de cura se deberán declarar en forma destacada en su rótulo los porcentajes que contiene. Las sales de cura deberán ser coloreadas para diferenciarlas de la sal común. Para ello se utilizará el colorante azorrubina en una cantidad que no supere los 250 mg/kg. de sal de cura.

E. ESTABILIZADORES

Según Revilla (1996), son sustancias que absorben grandes cantidades de agua, pueden ser compuestos proteínicos o carbohidratos. En el grupo proteínico se encuentran los productos conocidos como gelatinas, caseína, pectina, albúmina y globulina. El grupo de carbohidratos incluyen el alginato de sodio, agar, carboximetil celulosa de sodio (CMC), musgo de irlanda, goma de tragacanto, goma de avena, goma arábica, goma de algarrobo, entre otros.

1. Carragenatos

Según PAE (Primus Alimentarius Ecuador, 2000), los carragenatos son un grupo de carbohidratos naturales que están presentes en las estructuras de ciertas algas marinas. Estos carbohidratos tienen la particularidad de formar coloides espesos o geles en medio acuoso. Su origen natural le permite su aplicación en una gran gama de alimentos (cuadro 2).

Cuadro 2. APLICACIONES DE CARRAGENINAS EN DIFERENTES TIPOS DE ALIMENTOS

	Carragel %	Carralact %	Carrasol %
Gelatinas en polvo	X 0.4 – 0.6		
Postre tipo gelatina.	X 0.4 – 0.6		
Masas de carne y embutidos.	X 0.3 – 1.0		
Salmuera, inyección, masajeo	X 0.4 – 0.5		
Mermeladas / dulces.	X 0.3 – 0.5		
Quesos procesados.	X 0.4 – 1.0		
Leche chocolatada		X 0.02 – 0.03	
Helados de crema / batidos		X 0.01 – 0.02	
Postres / dulces de leche.		X 0.2 – 0.4	
Mermeladas / jugos tipo néctar.			X 0.1 – 0.5
Salsas / rellenos.			X 0.1 – 0.5

Fuente: Primus Alimentarius Ecuador 2000

Miranda (2000), indica que las Carrageninas son un grupo de polisacáridos naturales que están presentes en la estructura de ciertas variedades de algas rojas (Rhodophyceae). Estos polisacáridos tienen la particularidad de formar coloides espesos o geles en medios acuosos a muy

bajas concentraciones. Debido a estas excepcionales propiedades funcionales son ampliamente utilizados como ingredientes en diversas aplicaciones. Las principales variedades de algas marinas utilizadas para la extracción de carrageninas son las siguientes:

- Especies Gigartina: Crecen en aguas frías, principalmente en las costas del sur de Chile. Producen carrageninas de tipo kappa I, kappa II y lambda.
- Especies Eucheuma: Crecen en aguas cálidas, principalmente en Filipinas e Indonesia. Producen carrageninas del tipo kappa I e iota.

Químicamente las carrageninas son poligalactanos, polímeros lineales de moléculas alternadas de D-galactosa y 3,6-anhidro-D-galactosa (3,6 AG). Las moléculas de galactosa y 3,6 AG se encuentran parcialmente sustituidas por grupos sulfato y piruvato, por lo que las carrageninas se encuentran generalmente como sales de sodio, potasio o calcio. El contenido y posición de sustitutos de éster sulfatos en estas moléculas dan las diferencias primarias entre los diversos tipos de carrageninas.

a. Kappa I Carragenina

Esta fracción tiene un contenido entre 24% a 25% de éster sulfato y entre 34% y 36% de AG. Forma geles firmes y quebradizos en agua con cierta sinéresis. Buen retenedor de agua (Miranda, 2000).

b. Kappa II Carragenina

Esta fracción tiene un contenido entre 24% y 26% de éster sulfato y entre 32% y 34% de 3,6 AG. Forma geles firmes y elásticos, baja sinéresis y de muy alta reactividad (Miranda, 2000).

c. Iota Carragenina

Esta fracción tiene un contenido entre 30% y 32% de éster sulfato y entre 28% y 32% de 3,6 AG. Forma geles elásticos en agua con baja sinéresis. Buena estabilidad a ciclos de congelado-descongelado (Miranda, 2000).

d. Lambda Carragenina

Esta fracción tiene un contenido de aproximadamente 35% éster sulfato y 0% de 3,6 AG. Por la ausencia de 3,6 AG no gelifica y debido a su alto grado de sulfatación es la fracción más soluble en agua fría, impartiendo a estos sistemas alta viscosidad (Miranda, 2000).

2. Propiedades de la carragenina**a. Apariencia**

La carragenina es un polvo de color blanco cremoso, de buena fluidez

con una higroscopicidad moderada. Los extractos refinados de Gelymar forman soluciones transparentes en agua sin olor y sabor (Miranda, 2000).

b. Solubilidad

Las carrageninas tienen un comportamiento hidrofílico, es decir son solubles en agua e insolubles en solventes orgánicos. La solubilidad está influenciada por el contenido de grupos sulfatados que tienen características más hidrofílicas y de los 3,6 AG que son menos hidrofílicos. Por esta razón la kappa carragenina es menos soluble que la iota carragenina y ésta menos soluble que la lambda carragenina. Las carrageninas tipo kappa e iota necesitan calor para disolverse completamente debido a su contenido de 3,6 AG. En solución acuosa las kappa carrageninas requieren temperaturas sobre 75°C y la iota carragenina temperaturas sobre 40°C para disolverse. La lambda carragenina se disuelve a temperatura ambiente en agua ya que no tiene 3,6 AG y tiene un alto contenido de ésteres sulfato (Miranda, 2000).

Además, indica que la solubilidad se ve afectada también por el tipo de sal asociada con los grupos éster sulfatos. Las sales de sodio son más solubles que las de potasio las que necesitan de calentamiento para su completa disolución. La presencia de otros solutos como sales y azúcares en altas concentraciones afectan la solubilidad e hidratación de las carrageninas al competir ambos por el agua disponible. Concentraciones de azúcar sobre un 50% dificultan la solubilidad de la carragenina y niveles de cloruro de potasio

sobre 3% y de cloruro de sodio sobre 5% previenen la disolución de la carragenina.

c. Viscosidad

Las carrageninas forman soluciones pseudoplásticas en agua. La viscosidad de estas soluciones depende del peso molecular promedio y del tipo de carragenina de que se trate. La carragenina lambda es la que produce mayor viscosidad seguida por la iota y kappa II. La carragenina kappa I tiene muy baja viscosidad (Miranda, 2000).

d. Gelificación

Todas las carrageninas se dispersan en agua fría y al calentar sobre 80°C se logra su completa solubilización. Durante el enfriamiento se forma una estructura molecular tipo doble hélice, las que se alinean para formar en presencia de ciertos cationes una red tridimensional tipo gel en medio acuoso. Este mecanismo de gelificación es básico para las carrageninas tipo kappa I, kappa II e iota. Estas carrageninas forman geles en concentraciones sobre un 0,5% en agua y sobre un 0,2% en leche. Los iones de potasio y calcio son necesarios para la gelificación de estas carrageninas en agua pero no en leche. La carragenina lambda no gelifica a estas bajas concentraciones. La textura de los geles dependerá de la combinación de carrageninas que se utilicen. La carragenina kappa I forma geles más rígidos y quebradizos, la kappa II geles

moderadamente elásticos y la iota geles muy elásticos. Estos geles son termo reversibles y pueden ser sometidos a ciclos de calentamiento-enfriamiento con poca pérdida en su estructura de gel. Las temperaturas de fusión y gelificación dependen de la concentración de cationes siendo directamente proporcional al contenido de cationes en solución (Miranda, 2000).

e. pH

Los geles y soles son estables a pH mayores a 3,7. El efecto de temperatura más acidez producirá una degradación en las carrageninas perdiendo viscosidad y fuerza de gel. En sistemas ácidos se recomienda agregar la carragenina lo más tarde posible en el proceso o antes del llenado de los envases (Miranda, 2000).

f. Agente espesante y texturizante

Miranda (2.000) señala que las carrageninas permiten lograr un amplio rango de características de flujo, pasando desde agregar cuerpo a un líquido, por distintos grados de espesamiento hasta llegar a un estado sólido. A altas temperaturas la carragenina imparte una mínima viscosidad lo que facilita el procesamiento y mejora la transferencia de calor. Las carrageninas tipo lambda pueden actuar como agente espesante en frío o en caliente. Las carrageninas tipo kappa e iota producen geles estables en agua a temperatura ambiente sin necesidad de refrigeración. Estos geles son transparentes y termo reversibles,

consiguiéndose una amplia variedad de texturas desde muy elásticas y cohesivas hasta geles firmes y quebradizos, dependiendo de la combinación de fracciones que se utilice.

g. Retenedor de Humedad

Las carrageninas kappa por su alto poder de gelificación son excelentes captadores y retenedores de humedad. Esto permite retener el agua natural de los productos cuando son sometidos a procesamiento y tratamientos térmicos (Miranda, 2000).

h. Suspensión y Estabilización

Debido a su poder para formar matrices tridimensionales y a su fuerte interacción electrostática las carrageninas tienen la propiedad de estabilizar emulsiones y espumas. Además en ciertas aplicaciones sus propiedades espesantes tixotrópicas ayudan a estabilizar emulsiones inhibiendo la coalescencia y posterior separación de fases. A bajas concentraciones se produce un gel imperceptible tipo matriz de kappa carragenina, el que permite suspender sólidos sin impartir mucha viscosidad en la bebida (Miranda, 2000).

3. ¿Porqué carragenatos?

Durante el procesado de la carne, el agua es añadida como tal o como

salmuera. Esto, hasta un cierto punto, influye en la jugosidad y consistencia del producto final. No obstante, durante el tratamiento térmico, el agua se escapará a menudo de la carne, dando como resultado una purga. Y además después, el agua difundida junto con las proteínas de la carne que han sido extraídas por ésta, puede aparecer en la superficie del producto como una sustancia de aspecto gelado. Aquí, es donde el carragenato ayuda al productor mediante una reducción tanto en la pérdida en la cocción como en el purgado. La calidad del carragenato forma un gel, que en productos cárnicos ha demostrado una serie de ventajas al aumentar: el rendimiento, la consistencia, rebanabilidad, untabilidad y cohesividad, disminuyendo por el contrario la purga, el contenido de grasa y las pérdidas en el corte (PAE, 2000).

4. Beneficios en la utilización de carragenato

Miranda (2000) clasifica a los beneficios que se obtienen de la utilización de los carragenatos en las siguientes razones:

Razones tecnológicas:

- Utilizando el carragenato es posible mejorar enormemente las características de retención de agua en el producto cárnico. Esto significa una gran reducción del purgado, o su total eliminación, ya que el carragenato se caracteriza por sus propiedades de retención de agua.
- Debido, a las excelentes propiedades de gelificación del carragenato, es

posible mejorar la consistencia y el rebanado en los productos cárnicos.

- El carragenato se caracteriza por unas propiedades funcionales excelentes en productos de alta ganancia de peso.

Razones económicas:

- Debido a la propiedad de retención de agua del carragenato en los productos cárnicos, es posible una reducción en el costo de producción.
- El carragenato ofrece excelentes propiedades funcionales con una pequeña concentración 0.2 - 1%.

Razones Organolépticas:

- La utilización del carragenato no enmascara el sabor del producto final, ya que es insaboro.
- La utilización del carragenato no decolora el producto final.

5. Tecnología del procesado

Varnam y Sutherland (1995) indican que el carragenato puede ser incorporado en la carne con la salmuera o puede ser adicionado directamente en polvo. Utilizando el método de salmuera, es muy importante el asegurarse que el carragenato no se disuelva en esta etapa. Un carragenato disuelto en una salmuera espesará de tal forma que se hará casi imposible el poder

incorporarla dentro de la carne. Mediante la dispersión del carragenato en un sistema, donde hay facilidad para que se disuelva, este puede formar grumos. Las sales hacen que el carragenato quede solamente dispersado en dicha solución. Inmediatamente después de haber sido incorporado, el carragenato aún no es eficaz, pero al elevar la temperatura y comenzar a hincharse el carragenato, a una temperatura aproximada de 50 a 60°C, este comenzará a gelificar y a partir de ese momento retendrá el agua fácilmente. Por lo tanto, es de la mayor importancia que el producto sea enfriado lo más rápidamente posible.

6. Preparación de la salmuera

Varnam y Sutherland (1995) indican que teniendo en cuenta el comportamiento descrito del carragenato, la preparación de la salmuera debe ser hecha en el siguiente orden:

1. Disolución de los fosfatos
2. Disolución de la sal
3. Premezclado del carragenato con dextrosa, aromas etc.
4. Dispersión de la premezcla
5. Agitar hasta obtener buena dispersión

Esta forma de preparar la salmuera asegurará un sistema de poca viscosidad que es fácil de incorporar en la carne, además logra un control

microbiológico, una mejor extracción de las proteínas y una mejor incorporación, la temperatura de la salmuera debe de estar entre 2 y 5°C. Al incorporar la salmuera en la carne, se obtiene una ganancia de peso del 30 al 60 %. Cuando se prepara una salmuera en la que los componentes son una solución de agua/sal se han de tener en cuenta algunas normas:

a. Agua

La temperatura del agua utilizada en la salmuera debe ser de menos de 5°C. Esto se debe a razones microbiológicas y también para facilitar una velocidad de curado más rápida o una rápida disolución en la carne, de las proteínas solubles en sal. Además, la viscosidad de la salmuera es menor a temperaturas bajas comparando con salmueras a mayores temperaturas, mayores de 10°C. La menor viscosidad asegura una incorporación de la salmuera más fácil y rápida (Varnam y Sutherland, 1995).

b. Sal

La adición de la sal se realiza a la vez que se agita la salmuera. También, en este caso, asegúrese que toda la sal queda disuelta. La sal puede ser añadida juntamente con los nitritos, los cuales inhiben el crecimiento de microorganismos tales como los "*Clostridium botulinum*", los mismos que a la temperatura de 15°C y ausencia de aire, desarrollar un veneno que es letal para el ser humano (Varnam y Sutherland, 1995).

c. Dextrosa, carragenatos, etc.

Los restantes ingredientes son mezclados en una bolsa de plástico (esto aumenta la superficie y facilita la dispersión) y dispersados en la salmuera (Varnam y Sutherland, 1995).

F. CALIDAD ORGANOLÉPTICA DE LA CARNE

Lawrie (1987), señala que si se tiene en consideración la diversidad, la duración y las circunstancias que determinan la naturaleza de la carne resulta curioso que el paladar del consumidor solo sea estimulado por esta durante los escasos minutos requeridos para su masticación. El color, la capacidad de retención de agua y parte del olor son propiedades organolépticas de la carne que pueden detectarse tanto antes como después de la cocción y que, por tanto, producen al consumidor una sensación mas prolongada que la jugosidad, textura dureza, sabor y mayor parte del olor, detectados únicamente durante la masticación.

1. Color

El aspecto que ofrece la superficie de la carne al consumidor no solo depende de la cantidad mioglobina presente sino también de su estado químico y del estado químico y físico de otros componentes cada uno de estos, a su vez, depende de diversos factores. En la carne fresca no cocida la forma

química más importante es la oximioglobina. Aunque solo se presenta en la superficie, tiene gran importancia, ya que es responsable del color rojo que desean los compradores de la carne. Con la introducción de los diversos sistemas de empaquetado para la venta de carne han adquirido gran importancia los problemas relativos a los cambios de coloración de la carne, tanto fresca como curada (Lawrie, 1987).

2. Capacidad de retención de agua

La capacidad de retención del agua de la carne es una propiedad de indudable importancia, ya que influye en el aspecto de la carne antes y durante el proceso de cocción y en la sensación de jugosidad que produce durante la masticación (Lawrie, 1987).

3. Jugosidad

Price (1986) manifiesta que la jugosidad está íntimamente relacionada con el contenido de grasa, al parecer por la liberación de suero y el efecto de la capacidad de retención de agua que se absorbe con la presión de la masticación.

La pérdida de jugo que tiene lugar durante la cocción es directamente proporcional a la falta de jugosidad de la carne al paladar. La jugosidad en la carne cocida depende de dos parámetros. El primero es la sensación humedad

que se detecta durante los primeros movimientos masticatorios debido a la liberación rápida de líquido por la carne. El segundo es la sensación sostenida de jugosidad de vida fundamentalmente a que la grasa estimula la salivación. La carne de buena calidad es más jugosa debido a que contiene más grasa intramuscular. El proceso de congelación no afecta a la jugosidad y no existe diferencia entre la carne que ha sido mantenida durante el mismo periodo de tiempo en condiciones de refrigeración que en congelación (Lawrie, 1987).

4. Textura y dureza

Actualmente el consumidor considera que la textura y la dureza de la carne son las propiedades más importantes de la calidad organoléptica, anteponiéndolas incluso al sabor y al color, a pesar de lo difícil que resulta definir cada término. La textura a juzgar por la vista depende del tamaño de los haces de fibras en que se halla longitudinalmente dividido el músculo por los septos perimicicos de tejido conjuntivo. En general, la textura de los músculos de los animales macho es más basta que los animales hembra y de los animales de mayor tamaño más basta que la de los animales de pequeño tamaño teniendo también alguna influencia la raza. La sensación de dureza se debe en primer lugar a la facilidad con que los dientes penetran en la carne, en segundo lugar a la facilidad con que la carne se dividen fragmentos y en tercer lugar a la cantidad de residuo que queda después de la masticación. A la dureza de la carne contribuyen tres tipos de proteínas del músculo: las del tejido conectivo (colágeno, elastina, reticulina, mucopolisacrido de relleno) Las

de las miofibrillas (actina, miosina, tropomiosina) y las del sarcoplasma (proteínas sarcoplásmicas y retículo sarcoplásmico) la importancia de la contribución relativa de estos tres tipos de proteínas a la dureza de la carne depende de las circunstancias (Lawrie, 1987).

Según Mira (1998), manifiesta que la textura depende del tamaño de los haces de las fibras en que se encuentran divididos longitudinalmente el músculo por los septos perimísicos del tejido conectivo.

5. Olor y Sabor

El aroma es una sensación compleja el aroma incluye olor, sabor, textura, temperatura y pH. De estas características la más importante es el olor. En ausencia de olor predomina una de las cuatro sensaciones gustativas primarias: amargo, dulce, ácido o salado. El sabor y el olor son las características más difíciles de definir objetivamente ciertamente en los últimos años la cromatografía de gases ha hecho posible medir con exactitud los componentes volátiles de los alimentos, pero esto a veces solo a servido para complicar el problema. Los componentes aislados no siempre determinan la respuesta odorífica reconocida subjetivamente. Al considerar la determinación objetiva del sabor conviene recordar que incluso en el caso de la sensación primaria del sabor amargo una persona de cada tres considera a la fenil tiocarbamida como una sustancia insípida a pesar de que es intensamente amarga para dos tercios de la población (Lawrie, 1987).

Wirth (1981) dice que la respuesta al sabor son captados por células especializadas de la lengua paladar blando y parte superior de la faringe, respondiendo a cuatro sensaciones: amargo, dulce, ácido y salado. Los sabores agradables se derivan de la grasa.

G. CAMBIOS DE COLORACIÓN DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS

En relación con los productos cárnicos, la retención del color constituye un problema muy diferente al de la carne fresca. La formación del color de la carne curada no depende del oxígeno, puesto que el color se forma por la acción del óxido nítrico. La disociación del nitroso pigmento no se incrementa a bajas tensiones de oxígeno y la velocidad de oxidación del pigmento se incrementa progresivamente con el incremento del oxígeno. Por lo tanto, la retención prolongada del color de la carne curada depende de la ausencia de oxígeno. Como las carnes curadas poseen un medio que ocasiona muchas reacciones químicas y bioquímicas, los productos cárnicos son más sensibles a los cambios de color por las condiciones de almacenamiento que la carne fresca (Pérez et al, 2000).

1. Alteraciones del color de los productos cárnicos

Para la formación del pigmento de la carne curada se emplea el nitrito de sodio (altamente reactivo en medio ácido) en presencia de otras sustancias reductoras. Cuando el nitrito se adiciona a las carnes se transforma en óxido

nítrico después de varias reacciones intermedias y reacciona con la mioglobina y con algo de hemoglobina (de los glóbulos rojos de la sangre residual) para formar los nitrosopigmentos que le imparten el color rosado estable de las carnes curadas (Mc Dougall, et al, 1985).

En la formación de este pigmento están involucrados dos procesos: la reducción bioquímica del nitrito a óxido nítrico y del hierro del grupo hemo al estado ferroso, formándose la óxido nítrico mioglobina o nitrosomioglobina, y posteriormente la desnaturalización de la porción proteínica de la molécula, cuando los productos se someten a un tratamiento térmico de 50 a 60 °C o superiores convirtiéndose en el hemocromógeno de la globina desnaturalizada de color rosado. El nitrosopigmento aunque es estable al calor, es muy lábil a la oxidación. A consecuencia de esto, la pérdida gradual del color de la carne curada puede estar afectada por la exposición a la luz, la temperatura, las condiciones de empacado, el crecimiento bacteriano, el secado superficial, etcétera (Rizvi, 1990).

2. Aspectos químicos

Muchas de las decoloraciones de los productos cárnicos se refieren comúnmente a un enverdecimiento que usualmente consiste en la aparición de zonas carmelita-verdosas en la superficie, y de centros verdes en el interior de los productos fermentados. El enverdecimiento por curado excesivo, conocido como "quemadura del nitrito" se presenta fácilmente en los productos cárnicos

curados de naturaleza ácida, como los embutidos fermentados. Simultáneamente al enverdecimiento superficial causado por la quemadura del nitrito, puede formarse un núcleo de color verdoso en estos embutidos que se pone de manifiesto en el momento de cortar el producto. Esto puede presentarse durante el proceso de fermentación por una excesiva reducción bacteriana del nitrito, el cual es altamente reactivo en medio ácido y oxida la mioglobina a metamioglobina, por lo que contenidos de nitrito normales en jamones y embutidos, pueden producir quemaduras en los embutidos madurados. También en el bacón un exceso de nitrito produce una coloración verdosa similar en la corteza y la grasa, y parda en el tejido muscular. En presencia de altas concentraciones de nitrito, el grupo hemo del pigmento puede continuar reaccionando y producir compuestos porfirínicos nitrificados de color verdoso. Esta reacción se acelera a bajos valores de pH y el compuesto formado no puede convertirse de nuevo en el pigmento rosado de la carne curada. Con una exposición continuada al nitrito, estos compuestos intermedios de color verde pueden degradarse completamente a porfirinas oxidadas de color pardo, amarillo o decoloradas (Rizvi, 1990).

Otro problema que también puede producir la decoloración de los productos cárnicos, es que la cantidad de nitrito empleada en la sal de cura o en la salmuera sea insuficiente. Este defecto se presenta con frecuencia sobre la superficie de corte de los jamones y embutidos; en el interior el color es rosa pálido y tiende a decolorarse rápidamente cuando se las seca por la exposición al oxígeno y la formación de metamioglobina (Pérez, et al 2000).

La decoloración de la superficie de la carne curada cuando se expone a la luz constituye uno de los problemas más graves de la retención del color de los productos cárnicos porque cataliza la oxidación de los pigmentos y puede acelerar la decoloración. La luz y el oxígeno interactúan y causan decoloración en la superficie de los productos. Sin embargo, está claro que una protección completa a la luz no es compatible con el mercado de estos productos, por lo que Satterlee y Hansmeyer (1984) verificaron que tanto la luz fluorescente como la incandescente aceleran la oxidación de la mioglobina, aunque la luz blanca tiene un efecto mayor.

La carne curada es mucho más susceptible a la decoloración por la luz que la carne fresca, porque acelera la disociación del óxido nítrico del nitrosopigmento. Mientras que la luz no decolora significativamente la carne fresca en un período de 3 días, puede causar una decoloración gradual de los productos cárnicos en 1 hora en presencia de oxígeno. La pérdida gradual del color de los productos en presencia de la luz es una reacción en 2 pasos: la disociación acelerada por la luz del óxido nítrico del grupo hemo y la oxidación del óxido nítrico por el oxígeno. Si el oxígeno es excluido por el uso de un material de empaque impermeable al oxígeno, el segundo paso no ocurre y el color es estable. Para evitar la pérdida del color, también se utiliza ascorbato en las sales de curado o se aplica sobre la superficie del producto expuesto a la luz para la regeneración del óxido nítrico y además, se emplean temperaturas de refrigeración bajas, sobre todo, cuando se exponen los productos en vitrinas refrigeradas o intensamente iluminadas. El envasado al

vacío en bolsas herméticamente cerradas y combinado con los procedimientos citados, es un método eficaz para evitar la decoloración de los productos cárnicos lasqueados (Sarantópoulos, 1990).

Los ascorbatos, además de ser particularmente útiles en la formación del color de los productos curados donde el nivel de nitrito es bajo, también tienen un efecto positivo en su estabilidad una vez formado. Su acción protectora puede deberse a que están involucrados diversos factores. Actúan como agentes reductores tanto del pigmento oxidado (metamioglobina) como del ión nitrito, además, pueden actuar sinérgicamente con los tocoferoles que se producen naturalmente en la carne restringiendo la formación de peróxidos. También la susceptibilidad del pigmento de la carne a la irradiación por la luz fluorescente, depende del pH: la nitrosomioglobina una vez formada es más estable a pH 6,8 que a 6,2.⁹ La formación del nitrosopigmento se favorece a valores de pH 6 o menores, ya que el ácido nitroso no disociado aumenta y existe suficiente óxido nítrico para reaccionar con la mioglobina (Potthast, 1987).

Otro factor que puede causar decoloración de los productos cárnicos curados son las bacterias. Las bacterias capaces de producir un enverdecimiento de la superficie de los productos cárnicos son bacterias acidolácticas halotolerantes, catalasa negativas, capaces de crecer a bajas temperaturas y de producir y acumular peróxido de hidrógeno en condiciones aeróbicas, fuerte agente oxidante que degrada los pigmentos de la carne. Las

enzimas catalasas fraccionan la molécula de peróxido en agua y oxígeno (Marín et al, 1992).

El enverdecimiento bacteriano superficial de los productos cárnicos se produce cuando éstos están contaminados y se mantienen en un ambiente donde la humedad relativa y la temperatura son elevadas. Estas condiciones de almacenamiento producen el crecimiento masivo de microorganismos que dan lugar al cambio de coloración, acompañada por la presencia del limo superficial que se favorece a la temperatura de refrigeración normalmente utilizadas en la industria (7 °C). Este problema es consecuencia directa de las malas prácticas higiénicas y de las incorrectas condiciones de almacenamiento de los productos terminados. Se manifiesta al menos a los 5 días de procesados y a veces después de 2 semanas. (Kramlich et al, 1993).

3. Aspectos relacionados con el empaque

La principal consideración que se debe tener en cuenta en el empaque de productos cárnicos lasqueados o no, es la exclusión del oxígeno y la luz para retardar la rancidez y la decoloración. Una mayor calidad en el empaque se ha logrado con vacío y la introducción de un gas (Ghorpade, et al, 1992).

Los productos cárnicos pueden contener una cantidad de oxígeno considerable a menos que la emulsión cárnica se mezcle en una cámara a vacío o bajo atmósfera controlada. No obstante, la cantidad de oxígeno residual

existente en muchos paquetes envasados en esas condiciones es suficiente para producir cambios de coloración cuando los paquetes se exhiben bajo iluminación directa inmediatamente después del envasado (Bekele y Williams (1992).

4. Pardeamiento enzimático

Es una alteración de los alimentos, que consiste en una reacción oxidativa mediada por enzimas; en sus primeras etapas conducen a la formación de pigmentos pardos que genéricamente se conocen como melaninas, que alteran el olor y sabor de los productos. El pardeamiento no enzimático se acelera por el calor, lo que explica su presencia especialmente en operaciones de cocción, pasteurización y deshidratación. Se debe principalmente reacciones oxidativas debidas a la interacción de las proteínas y las grasas con los carbohidratos (Larrañaga, 1998).

De acuerdo a Pérez et al (2000), los principales defectos de coloración que pueden presentar los productos cárnicos cuando se lasquean son el pardeamiento enzimático, por la formación de metamioglobina y concentración de los pigmentos a consecuencia de las condiciones de almacenamiento, y el enverdeamiento, por el exceso de nitrito o por la formación de peróxidos por la presencia de bacterias catalasa-negativas o por la autoxidación de los pigmentos. También pueden decolorarse cuando se exponen a la luz en presencia de oxígeno. Unas buenas prácticas de higiene y almacenamiento y

el control de la temperatura interna en los productos cárnicos durante la cocción, evitarán las principales causas que producen los cambios de coloración de estos productos.

H. MICROBIOLOGÍA DE LA CARNE Y DE LOS SUBPRODUCTOS

Lawrie (1987), manifiesta que las bacterias son microorganismos de reproducción asexual que producen por millones en tiempos reducidos. Los análisis microbiológicos son de vital importancia puesto que mediante estos podemos saber el número de microorganismos presentes en las carnes y subproductos así como también podemos identificar el tipo de microorganismos que están presentes. Cuando la proliferación bacteriana es en la superficie de la canal o de las piezas, han sido suficientemente intensa aparece un olor fétido, junto con la formación de una capa viscosa.

Price (1986) señala que muchos alimentos, incluida la carne, intervienen en la transmisión de agentes productores de enfermedades al consumidor. Cuando solamente resulta afectado uno o dos individuos la enfermedad vehiculada por el alimento puede no ser diagnosticada ni identificada por tanto el agente causal. En cambio, cuando varias personas resultan afectadas en un corto intervalo de tiempo con súbita aparición de vómitos, diarreas y retorcijones abdominales hay que sospechar de una enfermedad de origen alimentario. Para precisar la causa y la fuente de la enfermedad hay que recurrir a investigaciones de laboratorio y epidemiológicas. La tarea del clínico

es difícil dado que la enfermedad de origen alimentario puede ser causada por parásitos virus, bacterias patógenas, productos químicos, abuso de ciertos alimentos o bebidas o por una verdadera intoxicación alimentaria por bacterias.

Entre estos tenemos:

- *Streptococcus faecalis*, en alguna ocasión se ha atribuido a este microorganismo la producción de intoxicaciones alimentarias. Los resultados obtenidos en pruebas de alimentación realizadas con hombres en condiciones cuidadosamente controladas no han sido, sin embargo, por lo general concluyentes. Ciertas variedades de *S. Faecalis* son proteolíticas y algunas de estas cepas han producido moderado síntomas gastrointestinales
- *Bacillus Céreus*, a este microorganismo se han atribuido unos cuantos brotes de intoxicación alimentaria ocurridos en los países escandinavos. Las condiciones de crecimiento fueron similares a las que dieron origen en Inglaterra a los brotes causados por el *Clostridium perfringens* a las 10-12 horas de consumir el alimento sospechoso que se había calentado ligeramente el día anterior al consumo sin enfriarlo debidamente se mantuvo a una temperatura cálida, se produjeron síntomas de dolor abdominal, diarreas, y ligeras náuseas. El *B Céreus* es facultativo respecto al oxígeno, produce endosporas moderadamente termo resistentes y es fuertemente proteolítico.
- *Proteus*. Las especies *proteus* también producen en ocasiones brotes esporádicos de trastornos intestinales, estos microorganismos se

encuentran habitualmente en el tracto intestinal humano, no forman esporas pero son proteolíticos.

A estas y otras bacterias normalmente inofensivas se han atribuido numerosos brotes de intoxicaciones alimentarias sin pruebas experimentales sólidas. Muchos microorganismos causan infecciones alimentarias, pero los alimentos que los contiene no permiten el crecimiento de estos gérmenes patógenos y solo se limitan a transmitirlos.

Según Varnan y Sutherland (1995), los microorganismos no crecen por debajo de aproximadamente -10°C y las consideraciones sobre la alteración son normalmente relevantes sólo en el manejo antes de la congelación o durante la descongelación. En estos contextos, las carnes congeladas se comportan como las no congeladas correspondientes, aunque las velocidades de crecimiento son a menudo más rápidas después de la descongelación. Esto se debe a la liberación de exudado. En el pasado, se importaron cantidades considerables de canales a temperaturas de -5 a -10°C . A estas temperaturas los mohos psicrótrofos como cepas de *Cladosporium*, *Geotrichum*, *Mucor*, *Penicillium*, *Rhizopus* y *Thamnidium* crecen lentamente y, durante el almacenamiento prolongado, causan alteración por el desarrollo de “pelos” o “manchas” de varios colores dependiendo de las especies de mohos. El crecimiento de mohos y levaduras también puede ser un problema en las carnes reformadas mantenidas a -50°C , pero estas no se consideran como verdaderas carnes congeladas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo experimental se realizó en el Centro de Producción de Cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el Kilómetro 1 de la Panamericana Sur, a una altitud 2740 m.s.n.m., 78°26' longitud Oeste y 01°25' latitud sur, con una temperatura promedio anual de 13°C, 550.8 mm de precipitación anual, y 66.46 % de humedad relativa.

El trabajo experimental tuvo una duración de 120 días, distribuidos en la preparación de las chuletas curadas y ahumadas, los análisis bromatológicos y microbiológicos y la valoración organoléptica.

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Para la preparación de las chuletas curadas y ahumadas se utilizaron 100 kg de chuleta de cerdo, como materias prima y las mismas que fueron inyectadas salmuera con diferentes niveles de carragenato, trabajando con un tamaño de la unidad experimental promedio de 5 kg.

Para los análisis bromatológicos y microbiológicos se tomaron muestras de 200 g de cada unidad experimental para ser enviados al Laboratorio de

Microbiología de la Facultad de Ciencias para el análisis microbiológico y al laboratorio de Bromatología de la Facultad de Salud Pública, ambas de la ESPOCH.

C. MATERIALES EQUIPOS E INSTALACIONES

Los equipos y materiales utilizados en la presente investigación fueron los siguientes:

1. En la preparación de las chuletas curadas y ahumadas

a. Equipos

- Balanza eléctrica de 360 g de capacidad y una precisión de 0.001 g
- Báscula de capacidad 10 kg y una precisión de 5 g
- Inyectora de sal muera
- Cámara refrigerante
- Ahumador en frío
- Rebanadora

b. Materiales

- Juego de cuchillos
- Dos bandejas

- Mesas de procesamiento
- Dos canastas para el almacenamiento
- Fundas de empaque
- Jabones, detergentes y desinfectantes
- Escoba
- Fundas de plástico
- Cámara fotográfica
- Libreta de apuntes
- Franela

2. En el laboratorio de bromatología

- Equipo para determinar humedad total
- Equipo para determinar materia seca
- Equipo para determinar proteína
- Equipo para determinar grasa

3. En el laboratorio de microbiología

a. Materiales

- Balanza Eléctrica
- Espátula
- Probeta

- Papel Aluminio
- Vaso termo resistente
- Cajas Petri
- Tubos de ensayo
- Mechero
- Marcador
- Asa de siembra
- Mascarilla
- Portas objetos
- Bandeja de tinción

b. Equipos

- Baño María
- Refrigeradora
- Autoclave
- Microscopio
- Estufa

c. Reactivos

- Agares:
 - Sangre
 - Mckonkey

Verde Brillante

- Agua destilada
- Colorantes

4. En la valoración organoléptica

- Cuestionarios debidamente preparados para selección de panelistas y posteriormente para calificación del producto.
- Agua para beber
- Muestras de las chuletas de cerdo elaboradas.

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente trabajo se evaluó la adición de tres niveles de carragenato (3 %, 5 %, 7 %) en la salmuera para la elaboración de chuleta curada y ahumada, frente un tratamiento control (0 %) por lo que se tuvo cuatro (4) tratamientos experimentales con cinco (5) repeticiones cada uno, dando un total de 20 unidades experimentales, las mismas que se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar y que se ajusta al siguiente modelo matemático:

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_j$$

Donde:

X_{ij} = Valor del parámetro en determinación

μ = Media general

α_i = Efecto de los tratamientos

ε_{ij} = Error experimental

El esquema experimental utilizado fue el siguiente:

Cuadro 3. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO

Nivel carragenato	Código	Repet.	TUE*	Kg/tratamiento
0 %	Ch0%C	5	5	25
3 %	Ch3%C	5	5	25
5 %	Ch5%C	5	5	25
7 %	Ch7%C	5	5	25
TOTAL kg DE CHULETA DE CERDO				100

TUE*: Tamaño de la unidad experimental de 5 kg de chuleta de cerdo

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las variables que se consideraron en la presente investigación fueron las siguientes:

- Características bromatológicas:

Contenido de humedad, %

Contenido de materia seca, %

Contenido de proteína, %

Contenido de grasa, %

Contenido de cenizas, %

- Pruebas microbiológicas:
 - Aerobios mesófilos, UFC/ml
 - Coliformes totales, NMP/100ml
 - Coliformes fecales NMP/100 ml
 - Mohos y levaduras, UPC/ml

- Características organolépticas:
 - Apariencia del empaque, 5 puntos
 - Olor, 15 puntos
 - Sabor, 15 puntos
 - Color, 15 puntos
 - Textura, 15 puntos
 - Jugosidad, 15 puntos
 - Característica comestible, 20 puntos
 - Valoración total, 100 puntos

- Rendimiento, %
- Costos de producción, dólares
- Beneficio/costo, dólares.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los resultados experimentales obtenidos fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza para las diferencias (ADEVA) en las variables bromatológicas
- Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey al nivel de significancia de $\alpha \leq 0.05$.
- Análisis de la regresión en función de los niveles de carragenatos para las variables bromatológicas.
- Pruebas no paramétricas para la valoración organoléptica en función de la prueba de Rating Test (Witting, 1981).
- Medidas de tendencia central para la valoración microbiológica.

El esquema del análisis de varianza (ADEVA), empleado fue el siguiente:

Cuadro 4. ESQUEMA DEL ADEVA PARA LAS VARIABLES BROMATOLÓGICAS

Fuente de varianza	Grados de libertad
Total	19
Tratamientos	3
Error	16

Cuadro 5. ESQUEMA DEL ADEVA DEL RATING TEST PARA LAS VARIABLES BROMATOLÓGICAS

Fuente de varianza	Grados de libertad
Total	19
Bloques (no ajustados)	3
Tratamientos (ajustados)	3
Error intrabloques	11

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Descripción del experimento

En las instalaciones del Centro de Producción de Cárnicos de la ESPOCH, se realizaron las siguientes actividades:

En la elaboración de la chuleta curada y ahumada:

- Recepción, pesaje y selección de la materia prima
- Cálculo y pesaje de aditivos (Nitritos y nitratos, en la relación del 0.16 %)
- Formulación y preparación de la salmuera con la adición de los niveles de carragenatos (3, 5 y 7 %, respectivamente)
- Inyección de la salmuera en las chuletas de cerdo en la proporción del 15 % de peso, para luego pasar por un período de reposo y escurrido
- Ahumado en frío
- Cocción

Para los análisis bromatológicos, se tomaron muestras de 200 g de cada unidad experimental, se las identificaron y se enviaron al Laboratorio Bromatológico de la Facultad de Salud Pública, para la determinación del contenido de humedad, materia seca, proteína, grasa y cenizas, cuyos reportes se adjuntan en el anexo 2.

Para los análisis microbiológicos, de igual manera se tomaron muestras 200 g de cada unidad experimental, luego de su identificación se las enviaron al Laboratorio Microbiológico de la Facultad de Ciencias, para la determinar la carga microbiológica, resultados que se reportan en el anexo 3.

Para la realización de la pruebas organolépticas se formó equipos de 4 personas, por sesión, dicho panel debió cumplir con ciertas normas como: Estricta individualidad entre panelistas para evitar influencias entre los mismos, no haber ingerido bebidas alcohólicas y disponer a la mano de agua o té, para equiparar los sentidos.

En la evaluación de las características organolépticas se siguió el siguiente procedimiento: A cada degustador se le presentó tres muestras diferentes por sesión y todos los degustadores cataron todos los tratamientos una sesión para cada bloque previo un sorteo al azar de los tratamientos dentro de cada bloque. Una vez definidas las muestras de los tratamientos a evaluarse durante la sesión, se procedió a la evaluación sensorial, para lo cual se entregó a cada juez la encuesta correspondiente (Anexo 1), en la que se pidió valorar las muestras en una escala numérica, de acuerdo a la escala predefinida. Este proceso se repitió en cada sesión, con todos los resultados obtenidos se procedió a la evaluación estadística de acuerdo a la prueba de Rating Test (Witting, 1981).

2. **Programa sanitario**

Previa a la elaboración del producto se realizó una limpieza a fondo de las instalaciones, equipos y materiales utilizados, con agua, detergente; esto con la finalidad de que las instalaciones, equipos y materiales, se encuentren asépticos y libres de cualquier agente patógeno que pueda alterar los productos elaborados. Hay que recalcar que esto se realizó cada vez que se elaboraba el producto durante el tiempo de duración del ensayo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. **COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA**

1. Contenido de humedad

Los diferentes niveles de carragenato utilizados en la salmuera inyectadas en la elaboración de chuletas curadas y ahumadas afectó estadísticamente el contenido de humedad (cuadro 6), por cuanto a medida que se incrementó la cantidad de carragenato el contenido de humedad se eleva, es decir, que de una humedad inicial de las chuletas del grupo control que fue de 55.10 %, se incrementó a 59.08 % con el nivel 3 %, a 61.14 % con el 5 % y al 63.70 % con el 7 %, por lo que a través del análisis de la regresión se determinó una tendencia lineal altamente significativa, como se observa en el gráfico 1, de donde se desprende que a medida que se incrementa el nivel de carragenato, la chuleta de cerdo tiende a retener mayor cantidad de humedad, comportamiento que puede deberse a lo que señala Miranda (2000), quien indica que las carrageninas tienen un alto poder de gelificación y son excelentes captadores y retenedores de humedad, lo que incrementa la capacidad de retención de agua de los productos cuando son sometidos a procesamiento y tratamientos térmicos, más aun en el presente caso que se inyectó salmuera en una cantidad del 15 % en función del peso de cada chuleta y/o pieza.

Libby (1986) expresa que el contenido de agua de los músculos post

morten es del 75%, valor que es superior al determinado en la chuleta de cerdo, debido a que esta fue sometida a un proceso de curado y ahumado, lo que permite que este tipo de carne pierda humedad por estos procesos, así como durante la transformación de músculo a carne, por lo que los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por Hart y Fisher (1987), quienes señalan que la carne no el músculo contiene un 61% de agua.

2. Contenido de materia seca

El contenido de materia seca registró un comportamiento inversamente proporcional al contenido de humedad, encontrándose por consiguiente el mayor contenido de materia seca (44.90 %) en la chuleta de cerdo curada y ahumada sin la utilización del carragenato, la misma que se fue reduciendo de acuerdo a los niveles empleados, por lo que los resultados obtenidos sometidos al análisis de la regresión determinaron una tendencia lineal negativa altamente significativa (gráfico 2), que determina que a mayor nivel de carragenato el contenido de materia seca se reduce, lo que puede deberse a la acción señalada por Revilla (1996), quien indica que al utilizar este tipo de estabilizante, los productos presentan finales absorben grandes cantidades de agua, comportamiento que es ratificado por Miranda (2000), quien indicó que las carrageninas tienen un comportamiento hidrofílico.

3. Contenido de proteína

La cantidad de proteína encontrada en las chuletas de cerdo curadas y

ahumadas presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre las medias determinadas por efecto de los niveles de carragenatos utilizados, registrándose la mayor cantidad en la chuleta elaborada con el nivel 7 %, en la que se alcanzó un contenido del 17.76 % de proteína, que comparte su rango de significancia con el contenido registrado en las chuletas elaboradas con el nivel 5 % (17.04 %), pero difiere notablemente con respecto a las chuletas del grupo control cuyo contenido fue de 15.70 %, valores que son inferiores a los que indican Libby (1986), Hart y Fisher (1987), quienes expresaron que la carne contiene un 18 % proteína, debiéndose posiblemente a que se produce el pardeamiento enzimático como consecuencia de las reacciones oxidativas debidas a la interacción de las proteínas o aminos con los carbohidratos (Larrañaga, 1998), por la acción de curado y ahumado. Realizando el análisis de la regresión del contenido proteico con relación a los niveles de carragenato utilizados, se estableció una tendencia lineal positiva altamente significativa (gráfico 3), que determina que el contenido de proteína se incrementa a medida que se incrementa el nivel de carragenato.

4. Contenido de grasa

Las medias del contenido graso de las chuletas de cerdo curadas y ahumadas del grupo control (15.08 %) difiere estadísticamente con las obtenidas con la utilización de los diferentes niveles carragenatos que presentaron valores de 12.48, 12.84 y 13.48 % de grasa, determinándose a través del análisis de la regresión una tendencia cuadrática altamente significativa, que determina que cuando utiliza el nivel 3 % el contenido graso

se reduce, incrementándose con niveles superiores hasta el 7 % (gráfico 4), pero que no alcanzan el valor registrado en el grupo control, aunque la cantidad determinada en este tratamiento es inferior al reporte de Hart y Fisher (1987), quienes señalan que la carne posee un 20% de grasa, debiéndose posiblemente que los resultados obtenidos son inferiores a este valor citado, al proceso de curado y ahumado al que fueron sometidos, así como al efecto de la inyección de salmuera con carragenatos, cuya acción es la de retener el agua como señala Miranda (2000), como también debe considerarse lo que señala PAE (2000), en que las carraginas o carragenatos forma un gel, que en productos cárnicos ha demostrado una serie de ventajas al aumentar: el rendimiento, la consistencia, rebanabilidad, untabilidad y cohesividad, disminuyendo por el contrario la purga, el contenido de grasa y las pérdidas en el corte.

5. Contenido de cenizas

Con relación al contenido de cenizas, se registró que las chuletas con el más alto nivel de carragenato utilizado mayor fue el contenido de cenizas (3.70 %), a diferencia de las que no se utilizaron el carragenato que presentaron el nivel de cenizas más bajo (2.60 %), en tanto que los otros tratamientos en evaluación presentaron contenidos entre los mencionados por lo que comparten los dos rangos de significancia establecidos y se ajustan a una tendencia lineal altamente significativa (gráfico 5).

Los valores encontrados son superiores al reportado por Libby (1986), quien señala que la carne contiene el 1.5 % ceniza, pero que puede deberse a que al añadirse la salmuera esta es retenida en la chuleta, elevándose por consiguiente el contenido de sales que forman parte de las cenizas o minerales, ya que esta sal muera es gelificada en los productos cárnicos procesados (chuleta curada y ahumada) según lo indica PEA (2000).

B. CARGA MICROBIANA

La evaluación microbiológica de las chuletas curadas y ahumadas (cuadro 6) registró la presencia de microorganismos aerobios mesófilos, que variaron entre 100 UFC/g que corresponde a las obtenidas con el empleo del 7 % de carragenato a 5900 UFC/g de las obtenidas con el tratamiento 5 % de carragenato, notándose que estas cantidades están dentro de las recomendadas para que un alimento sea apto para el consumo humano, de acuerdo al Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH (2002), quienes señalan que la Norma INEN 1347 para carne ahumada, indica que el nivel de tolerancia es de máximo 50000 UFC/g.

Con relación al número de coliformes encontrados en la chuletas elaborados con los niveles 5 y 7 % superan el nivel de referencia de esta Norma (INEN 1347), donde se indica que el máximo de coniformes debe ser de 10 NMP/g, en cambio que las chuletas del grupo control y con el 3 % de carragenatos su cantidad fue inferior (de 9 a 7 NMP/g, respectivamente),

notándose que en base al reporte del Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH (2002), este alimento es apto para su consumo. En el mismo sentido al realizar las pruebas para determinar la presencia de Coniformes fecales (NMP/100 g), así como para mohos y levaduras (UPC/ml) se estableció que en ninguna de las muestras se registró su presencia.

Estos resultados permiten indicar que el empleo de los carragenatos en la elaboración de chuleta curada y ahumada no tiene efectos favorables ni desfavorables para el desarrollo de microorganismos patógenos, debiéndose por el contrario la posible infestación al manipuleo durante el proceso de elaboración y comercialización, aspectos que deben controlarse y poner en práctica medidas higiénicas que impidan la contaminación de este tipo de alimentos, lo que concuerda con lo indicado por Cattana (2001), que las medidas más eficaces en la prevención de la proliferación de microorganismos son las higiénicas, ya que en la mayoría de los casos es el manipulador el que interviene como vehículo de transmisión, en la contaminación de los alimentos, siendo necesario además tener en cuenta que el productor que ofrece alimentos, tiene ante sí la responsabilidad de respetar y proteger la salud de los demás.

C. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA

La valoración organoléptica de la chuleta curada y ahumada (cuadro 7),

determinó que el uso de los diferentes niveles de carragenatos no afectó la aceptación del consumidor, por cuanto no se registró diferencias estadísticas de acuerdo a la Prueba de Rating Test aplicada a las características organolépticas consideradas dentro de esta investigación.

1. **Apariencia del empaque**

La puntuación de la apariencia del empaque de las chuletas curadas y ahumadas registro puntuaciones entre 4.10 a 4.70 puntos sobre 5, que corresponden a la elaboradas con el nivel 7 % de carragenato y control respectivamente, observándose numéricamente que la apariencia del empaque se desmejora levemente a medida que se incrementa el nivel carragenato utilizado, debido posiblemente a que en los empaques se vieron pequeños abultamientos causados por la melificación de la salmuera inyectada, lo que le produce un mayor volumen, por cuanto el empaque utilizado fue de polietileno retráctil, característica que es corroborada por (Potter, 1989), quien indica que el empaque de plástico encogible, se usa muy ampliamente, por que impide la pérdida de humedad del producto, aunque en el presente trabajo para esta característica se utilizó el carragenato, que tiene la propiedad de retener el agua (Miranda, 2000).

2. **Olor**

En la valoración del olor de las chuletas curadas y ahumadas, la adición

de los niveles de carragenatos no influyo en esta característica debido a que este aditivo según Miranda (2000), es un polvo de color blanco cremoso, de buena fluidez con una higroscopicidad moderada, que forman soluciones transparentes en agua sin olor y sabor, por lo que las puntuaciones asignadas fluctuaron entre 11.97 puntos sobre 15 en las chuletas con el 7 % de carragenatos a 13.77 puntos con el nivel 5 % (gráfico 6).

3. **Sabor**

La valoración del sabor de las chuletas de cerdo curadas y ahumadas presentó pequeñas variaciones numéricas, por cuanto se les asignó valores entre 12.57 a 14.10 puntos sobre 15 y que corresponden a las elaboradas con el nivel 3 % de carragenatos y control, respectivamente (gráfico 7), notándose que esta última fue más apetecible por los catadores debido a sus características no así cuando se utilizó los niveles de carragenatos que le proporcionó un sabor ligeramente más acuoso que las del grupo control y que se debe a que el carragenato tiene la capacidad de retener el agua del producto, pero hay que considerar lo señalado por Witting (1981), en que existe una percepción distinta de cada paladar para identificar sabores agradables, muy agradables, medianamente agradables y desagradables, así como las características del panel de cata, cuyas personas no tienen la experiencia necesaria, basándose únicamente en el gusto que tienen para consumir estos productos, pero que en todo caso sirven como referente para la presente evaluación de la aceptación por el consumidor final.

4. **Color**

Con relación al color, que es el factor preponderante para determinar la calidad y por consiguiente el valor comercial de los productos (Mira, 1998), se determinó pequeñas variaciones numéricas que fluctuaron entre 11.67 a 12.33 puntos sobre 15 de referencia, puntuaciones asignadas que pueden deberse a que los consumidores esperan un color rojizo de la carne, característica esta que se pierde al ser sometida al curado y ahumado, tornándose ligeramente cafés, aunque en el presente trabajo se utilizó nitritos, que tienen como propiedad el resaltar o mejorar el color rojizo de la carne (Garriga, 1987), siendo notorio, que en ninguno de los casos fue asignada con una valoración superior a los 14 puntos, debido al cambio del color original de la carne, y que puede deberse a lo que señala Larrañaga (1998), en que el pardeamiento enzimático se acelera especialmente en operaciones de deshidratación; por lo que este fenómeno suele aparecer en los procesos tecnológicos a los que se somete el alimento a una temperatura variable de almacenamiento.

5. **Textura**

La característica de textura de las chuletas curadas y ahumadas registró pequeñas fluctuaciones numéricas, pues las calificaciones asignadas fueron entre 13.43 a 14.20 puntos sobre 15, con el mayor valor en las chuletas del grupo control, ya que los catadores señalaron que esta tiene un mayor cuerpo masticable que las que se adicionaron los carragenatos, que retienen el agua,

por lo que e ratifica lo que señalan Lawrie (1987) y Mira (1998), en que la textura depende del tamaño de los haces de las fibras en que se encuentran divididos longitudinalmente en el músculo de la carne, ya que la sensación de dureza se debe en primer lugar a la facilidad con que los dientes penetran en la carne, en segundo lugar a la facilidad con que la carne se dividen fragmentos y en tercer lugar a la cantidad de residuo que queda después de la masticación.

6. Jugosidad

En la característica de jugosidad los valores asignados no presentaron diferencias estadísticas ($P>0.05$) por efecto de los niveles de carragenatos utilizados, por cuanto las puntuaciones asignadas fueron entre 12.67 a 13.80 puntos sobre 15 de referencia (gráfico 8), debido posiblemente a que las chuletas al ser curadas y ahumadas le resta la humedad característica de la carne fresca, a pesar de haberse utilizado el carragenato que mantiene la humedad, pero esta humedad es gelificada, restándose su apetetocidad, ya que según Lawrie (1987), la jugosidad en la carne depende de dos parámetros, el primero es la sensación humedad que se detecta durante los primeros movimientos masticatorios debido a la liberación rápida de liquido por la carne; y el segundo es la sensación sostenida de jugosidad debido a que la grasa estimula la salivación, notándose aquí lo señalado por PEA (2000)), en que las carreginas o carragenatos forma un gel, que en productos cárnicos ha demostrado que disminuye el contenido de grasa.

7. Carácter comestible

La variación de la calificación del carácter comestible de las chuletas curadas y ahumadas fueron mínimas, por cuanto se registró puntuaciones entre 18.10 a 18.57 puntos sobre 20 (gráfico 9), por lo que se considera que el uso de los carragenatos no afectan las características comestibles, y que los productos cárnicos elaborados con carne de cerdo son altamente apetecibles, por sus características propias del sabor, olor y jugosidad principalmente, ya que este tipo de carne tiene infiltración de grasa, lo que la hace más codiciada para el consumo humano.

8. Valoración total

De la valoración total del producto en estudio, se establece que numéricamente la más aceptada por los consumidores es la chuleta de cerdo curada y ahumada elaborada con el 5 % de carragenato, pues alcanzó una puntuación de 90.53 puntos sobre 100, por lo que le significo una valoración de Excelente de acuerdo a la escala de Witting (1981), aunque las chuletas del resto de tratamientos también presentan valoraciones de Muy buena, ya que registraron puntuaciones entre 85.53 a 89.77 puntos (gráfico 10).

D. ANÁLISIS ECONÓMICOS

De acuerdo a los resultados reportados en el cuadro 8, se determinó que

de los 25 kg de chuleta, al realizar el proceso de curado con la utilización de carragenato y sometidas a ahumado, pierden peso por efecto de la deshidratación, se determinó que con el tratamiento control (sin carragenato) el rendimiento fue de apenas el 85.80 % (21.27 kg), para incrementarse de acuerdo a los niveles de carragenatos utilizados, por cuanto con el nivel 3 % el rendimiento obtenido fue del 92.80 % (23.20 kg), con el 5 % de 97.24 % (24.31 kg), y con el 7 % de 102.04 % (25.51 kg), lo que ratifica que las carrageninas o carragenatos tienen un alto poder de gelificación y son excelentes captadores y retenedores de humedad (Miranda, 2000), que en productos cárnicos ha demostrado una serie de ventajas al aumentar: el rendimiento, la consistencia, rebanabilidad, untabilidad y cohesividad (PAE, 2000).

Para los costos de producción se estableció que a medida que se incrementa los niveles de carragenato el costo de producción se reducen, ya que con el grupo control el costo de producción por kg fue de 2.27 dólares, con el nivel 3 % de 2.18 dólares, con el 5 % de 2.14 dólares y con el nivel 7 % de 2.09 dólares, por lo que existe un ahorro en los costos de producción de hasta 19 centavos de dólar por cada kg producido.

Al analizar el beneficio/costo que se obtuvo, se determinó que la mayor rentabilidad se alcanzó con la utilización del nivel 7 % de carragenato, registrándose un beneficio/costo de 1.82, seguido del tratamiento 5 % con un indicador del 1.78 y del nivel 3 % con 1.74, que son superiores con respecto al grupo control que fue de 1.67, obteniéndose estas rentabilidades altas debido a

que el costo de venta es de 3.80 dólares/kg y que el consumidor final lo paga sin ningún problema, por lo que se puede considerar que la industrialización de los productos animales como en el presente trabajo, la elaboración de chuleta de cerdo cura y ahumada con la utilización de carragenato, se obtienen mejores rentabilidades que las que se perciben por efecto de las tasas de interés bancarias vigentes, y con menor riesgo, ya que estos productos son de consumo masivo.

V. CONCLUSIONES

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

1. Con la adición del 7 % de carragenato la chuleta de cerdo curada y ahumada presentó mayor contenido de humedad (63.70 %), proteína (17.76 %) y cenizas (3.70 %), por el contrario se redujo el contenido de grasa (13.48 %).
2. La carga microbiana registrada en la chuleta de cerdo curada y ahumada está por debajo de la recomendada por la Norma INEN 1347 para carne ahumada, pues se estableció valores de aerobios mesófilos de hasta 5900 UFC/g, siendo su límite máximo de 50000, no existiendo coniformes fecales, así como mohos y levaduras, por lo que se considera como un alimento de buena calidad sanitaria y apto para el consumo humano.
3. Con respecto a las características organolépticas estas no se vieron afectadas por efecto de los niveles de carragenato, aunque numéricamente se registró la mejor calidad con el nivel 5% que llegó a ser excelente (90.53/100 puntos), mientras que las de los otros tratamientos se les asignó una calificación de muy buena por registrar puntajes entre 85.53 a 89.77 puntos.

4. Los costos de producción se redujeron en 19 centavos de dólar por kg de chuleta curada y ahumada cuando se utilizó el nivel 7 % de carragenato frente al grupo control, elevándose por consiguiente su rentabilidad que fue de hasta el 82 %, 15 puntos más que sin la utilización de carragenato (B/C de 1.67).

VI. RECOMENDACIONES

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

1. Elaborar la chuleta de cerdo curada y ahumada con la adición del 7 % de carragenato, pues permite mejorar el contenido de proteico, reducir el nivel de grasa, incrementar el rendimiento, bajar los costos de producción y elevar la rentabilidad.
2. Evaluar la vida de anaquel de la chuleta de cerdo curada y ahumada en función de diferentes medios de conservación y comercialización, para determinar el tiempo de acción de las carreginas.
3. Evaluar la utilización de los carragenatos en productos cárnicos escaldados donde se realizan emulsiones como la mortadela, salchicha, salchichón, entre otros, para determinar su efecto en la composición nutritiva, en las características organolépticas y reducir los costos de producción.

VII. RESUMEN

En la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, se evaluó la utilización de diferentes niveles de carragenatos (0, 3, 5 y 7%) en la elaboración de chuleta curada y ahumada, utilizándose 200 kg de chuleta de cerdo, distribuidos en 5 kg por cada unidad experimental, con cinco repeticiones por tratamiento, que se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar. Determinándose que la adición del 7 % de carragenato la chuleta de cerdo curada y ahumada presentó mayor contenido de humedad (63.70%), proteína (17.76%) y cenizas (3.70%), reduciéndose el contenido de grasa (13.48%), la carga microbiana fue por debajo de la recomendada por la Norma INEN 1347 para carne ahumada, con valores de aerobios mesófilo de hasta 5900 UFC/g, siendo su límite máximo de 50000, no existiendo coniformes fecales, mohos y levaduras. Las características organolépticas no se vieron afectadas por efecto de los niveles de carragenato, aunque numéricamente se consiguió la mejor calidad con el nivel 5% que llegó a ser excelente (90.53/100 puntos), no así al resto que recibieron una calificación de muy buena con valores entre 85.53 a 89.77 puntos. Los costos de producción se redujeron en \$0.19/kg cuando se utilizó el nivel 7%, elevándose por consiguiente su rentabilidad que fue de hasta el 82 %, 15 puntos más que sin la utilización de carragenato (B/C de 1.67), por lo que se recomienda utilizar el 7 % de carragenato en la elaboración de chuleta curada y ahumada.

VIII. SUMMARY

In the Faculty Cattle Sciences of the ESPOCH, the use of different carragenans levels was evaluated (0, 3, 5 and 7%) in the elaboration of cured and smoky chop, being used 200 kg of pig chop, distributed in 5 kg by each experimental unit, with five repetitions for treatment that you distributed totally at random under a design. Being determined that the addition of 7% carragenan to the cured and smoky pig chop presented bigger content of humidity (63.70%), protein (17.76%) and ash (3.70%), decreasing the content of fat (13.48%), the microbial load was below the one recommended by the Norma INEN 1347 for smoky meat, with values of aerobic mesophiles of up to 5900 UFC/g, being its maximum limit of 50000, not existing fecal coliforms, molds and yeasts. The characteristic organoleptics was not affected by effect of the carragenan levels, although numerically the best quality was gotten with the level 5% that ended up being excellent (90.53/100 points), I didn't seize to the rest that you/they received a qualification of very good with values among 85.53 to 89.77 points. The production costs decreased in \$0.19/kg when the level 7% was used, its profitability that was rising consequently of until 82%, 15 points more than without the carragenan use (B/C 1.67), for what is recommended to use 7% carragenan in the elaboration of cured and smoky chop.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Alpro. 2001. Productos procesados. Parque Industrial Hermosillo Sonora, México. <http://www.alpro.com.mx/procesad.htm>
- Amo, A. 1986. Industria de la carne. 1ª ed. Edit. AEDOS. Barcelona, España.
- BDS. 1982. Productos cárnicos. Clasificación. BDS 5008-82.
- Bekele S, Williams A. 1992. Vacuum skin packages with reduced product discoloration and method of making. US Patent. 5 087 46
- Carballo B., López de Torre G. 1991. Manual de bioquímica y tecnología de la carne. Ediciones A. Vicente. Madrid, España.
- Cattana, R. 2001. Importancia de la manipulación de alimentos en los nodos de la RGT. http://www.geocities.com/revis_trueq/manual2.htm
- Charley, H. 1991. Tecnología de los Alimentos, Editorial LIMUSA Segunda Reimpresión México.
- Cornejo, M. 1981. Análisis bacteriológico de las carnes crudas e industrializadas que se consumen en Quito. Edit. Universitaria. Quito, Ecuador.

- ESPOCH. 2002. Resultados de la composición básica. Laboratorio de Bromatología, Facultad de Salud Pública. Riobamba, Ecuador.
- ESPOCH. 2002. Resultados del examen microbiológico de alimentos. Laboratorio de Microbiología, Facultad de Ciencias. Riobamba, Ecuador.
- Flores J. 1980. Parámetros de calidad utilizados para la normalización o tipificación de los productos cárnicos. Rev Agrop Tecnol Aliment.
- Garriga, B. 1987. Manual chacinero. Edit Sintes. Barcelona, España.
- Ghorpade V., Cornforth D., Sisson, D. 1992. Inhibition of red discoloration in cooked, vacuum packaged bratwürst. J Food Sci.
- Hart y Fisher. 1987. Análisis de los Alimentos. Edit Acribia. Zaragoza, España.
- Kirk, R. 1999. Composición y Análisis de Alimentos de Pearson CECSA México.
- Kramlich W., Pearson A., Tauber F. 1993. Processed meat deterioration. En: Processed meats. Wesport: The AVI Publishing.
- Larrañaga, I. 1998. Control e higiene de los alimentos. Ed. Mc Graw Hill. Madrid, España.

Lawrie, H. 1987. Ciencia de la Carne Editorial Acribia España.

Libby, J. 1986. Higiene de la Carne. Edit. Continental. México, México.

Marín M, Carrascosa A., Cornejo I. 1992. Microbiological and physicochemical aspects of defective Spanish ham. Fleischwirtschaft.

Mc Dougall D., Mottram D., Rhodes D. 1985. Contribution of nitrite and nitrate to the colour and flavour of cured meats. J Sci Food Agric.

Mira, J. 1998. Compendio de tecnología y ciencia de la carne. Ed. Edit AASI. Riobamba, Ecuador.

Miranda, L. 2000. Carrageninas. <http://www.carrageninas/productos.asp>

PAE (Primus Alimentarius Ecuador) 2000. Series Vademecum, Primera Edición, Editorial Edifarm, Quito – Ecuador.

Pérez, Dubé y Andújar, G. 2000. Cambios de coloración de los productos cárnicos. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Rev Cubana Aliment Nutr. http://bvs.sld.cu/revistas/ali/vol14_2_00/ali07200.htm

Potter, N. 1989. La Ciencia de los Alimentos. 2ª ed. Edición México 1973

- Potthast K. 1987. Color de la carne, estabilidad color y cambios en la coloración. Fleischwirtschaft.
- Price, J. 1986. Ciencia de la carne y de los productos cárnicos. Edit. ACRIBIA. Zaragoza, España.
- Quiroga Tapias G, Díaz Ospina J, Villamizar M. 1994. Embutidos autóctonos. Morcilla, chorizo y longaniza. Universidad Nac./SENA. Bogotá, Colombia.
- Revilla, A. 1996. Tecnología de la leche. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Tegucigalpa – Honduras.
- Rizvi S. 1990. Requirements for food packaged in polymeric films. 1981; citado por C.I.G.L. Sarantópoulos y A.Pizzinatto en Factores que afectan el color de las carnes. Coletanea ITAL, Campinas.
- Sarantópoulos C. 1990. Factores que afectan el color de las carnes. Coletanea Instituto de Tecnología de Alimentos, Campinas.
- Satterlee L., Hansmeyer W. 1984. The role of light and surface bacteria in the color stability of prepackaged beef. J Food Sci.
- Schmidt G, Raharjo S. 1995. Meat products. Encyclopedia of chemical technology. 4 ed. John Wiley, vol16. New York, USA.

Tecnoalimentos (2001) Título XI del Control Sanitario de los alimentos en Chile. <http://www.tecnoalimentos.cl/html2/Tit11.html>

Varnam, H. y Sutherland, E. 1995. Carne y Productos Cárnicos: tecnología química y Microbiología, Editorial Acribia S.A. España.

Venegas, O. Y Valladares, C. 1999. Clasificación de los productos cárnicos Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Rev Cubana Aliment Nutr. http://bvs.sld.cu/revistas/ali/vol13_1_99/ali11199.htm

Wirth, F. 1981. Valores normativos de la tecnología de la carne. Edit ACRIBIA. Zaragoza, España.

Witting, E. 1981. Evaluación sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. Edit. Talleres gráficos USACH. Santiago, Chile.

X. ANEXOS

CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS	
LISTA DE GRÁFICOS	
LISTA DE ANEXOS	
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS	3
1. <u>Carne</u>	3
2. <u>Productos cárnicos</u>	4
3. <u>Clasificación de los productos cárnicos</u>	5
B. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS CARNES Y PRODUCTOS CÁRNICOS	7
C. CONSERVACIÓN DE LA CARNE	8
1. <u>Curado de la carne</u>	9
2. <u>Conservación mediante ahumado</u>	10
D. ADITIVOS Y CONDIMENTOS	11
E. ESTABILIZADORES	12
1. <u>Carragenatos</u>	13
a. Kappa I Carragenina	14
b. Kappa II Carragenina	15
c. Iota Carragenina	15
d. Lambda Carragenina	15
2. <u>Propiedades de la carragenina</u>	15

	88
a. Apariencia	15
b. Solubilidad	16
c. Viscosidad	17
d. Gelificación	17
e. pH	18
f. Agente espesante y texturizante	18
g. Retenedor de Humedad	19
h. Suspensión y Estabilización	19
3. <u>¿Porqué carragenatos?</u>	19
4. <u>Beneficios en la utilización de carragenato</u>	20
5. <u>Tecnología del procesado</u>	21
6. <u>Preparación de la salmuera</u>	22
a. Agua	23
b. Sal	23
c. Dextrosa, carragenatos, etc.	24
F. CALIDAD ORGANOLÉPTICA DE LA CARNE	24
1. <u>Color</u>	24
2. <u>Capacidad de retención de agua</u>	25
3. <u>Jugosidad</u>	25
4. <u>Textura y dureza</u>	26
5. <u>Olor y Sabor</u>	27
G. CAMBIOS DE COLORACIÓN DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS	28
1. <u>Alteraciones del color de los productos cárnicos</u>	28

	89
2. <u>Aspectos químicos</u>	29
3. <u>Aspectos relacionados con el empaque</u>	33
4. <u>Pardeamiento enzimático</u>	34
H. MICROBIOLOGÍA DE LA CARNE Y DE LOS SUBPRODUCTOS	35
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	38
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	38
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	38
C. MATERIALES EQUIPOS E INSTALACIONES	39
1. <u>En la preparación de las chuletas curadas y ahumadas</u>	39
a. Equipos	39
b. Materiales	39
2. <u>En el laboratorio de bromatología</u>	40
3. <u>En el laboratorio de microbiología</u>	40
a. Materiales	40
b. Equipos	41
c. Reactivos	41
4. <u>En la valoración organoléptica</u>	42
D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	42
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	43
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	44
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	46
1. <u>Descripción del experimento</u>	46
2. <u>Programa sanitario</u>	48
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	49

	90
A. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA	49
1. <u>Contenido de humedad</u>	49
2. <u>Contenido de materia seca</u>	53
3. <u>Contenido de proteína</u>	53
4. <u>Contenido de grasa</u>	55
5. <u>Contenido de cenizas</u>	57
B. CARGA MICROBIANA	60
C. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA	61
1. <u>Apariencia del empaque</u>	63
2. <u>Olor</u>	63
3. <u>Sabor</u>	64
4. <u>Color</u>	67
5. <u>Textura</u>	67
6. <u>Jugosidad</u>	68
7. <u>Carácter comestible</u>	70
8. <u>Valoración total</u>	70
D. ANÁLISIS ECONÓMICOS	70
V. <u>CONCLUSIONES</u>	76
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	78
VII. <u>RESUMEN</u>	79
VIII. <u>SUMMARY</u>	80
IX. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	81
X. <u>ANEXOS</u>	86

LISTA DE CUADROS

Nº		Página
1.	COMPOSICIÓN Y VALORES ENERGÉTICOS DE CARNES CRUDAS Y PRODUCTOS CÁRNICOS	8
2.	APLICACIONES DE CARRAGENINAS EN DIFERENTES TIPOS DE ALIMENTOS	13
3.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO	43
4.	ESQUEMA DEL ADEVA PARA LAS VARIABLES BROMATOLÓGICAS	45
5.	ESQUEMA DEL ADEVA DEL RATING TEST PARA LAS VARIABLES BROMATOLÓGICAS	45
6.	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA CHULETA DE CERDO CURADA Y AHUMADA ELABORADA CON DIFERENTES NIVELES DE CARRAGENATO	50
7.	VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DE CHULETAS DE CERDO CURADAS Y AHUMADAS ELABORADAS CON DIFERENTES NIVELES DE CARRAGENATO	61
8.	COSTOS DE PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD (DÓLARES) DE LA ELABORACIÓN DE CHULETA CURADA Y AHUMADA ELABORADA CON DIFERENTES NIVELES DE CARRAGENATO	72

LISTA DE GRÁFICOS

Nº	Página	
1.	Línea de regresión del contenido de humedad (%) en la chuleta curada y ahumada por efecto de la utilización de diferentes niveles de carragenato (0, 3, 5 y 7 %)	51
2.	Línea de regresión del contenido de materia seca (%) en la chuleta curada y ahumada por efecto de la utilización de diferentes niveles de carragenato (0, 3, 5 y 7 %)	53
3.	Línea de regresión del contenido de proteína (%) en la chuleta curada y ahumada por efecto de la utilización de diferentes niveles de carragenato (0, 3, 5 y 7 %)	55
4.	Línea de regresión del contenido de grasa (%) en la chuleta curada y ahumada por efecto de la utilización de diferentes niveles de carragenato (0, 3, 5 y 7 %)	57
5.	Línea de regresión del contenido de cenizas (%) en la chuleta curada y ahumada por efecto de la utilización de diferentes niveles de carragenato (0, 3, 5 y 7 %)	58
6.	Valoración organoléptica del olor (15 puntos) de las chuletas curadas y ahumadas por efecto de la utilización de diferentes niveles de carragenato (0, 3, 5 y 7 %)	64
7.	Valoración organoléptica del sabor (15 puntos) de las chuletas curadas y ahumadas por efecto de la utilización de diferentes niveles de carragenato (0, 3, 5 y 7 %)	65

	93
8. Valoración organoléptica de la jugosidad (15 puntos) de las chuletas curadas y ahumadas por efecto de la utilización de diferentes niveles de carragenato (0, 3, 5 y 7 %)	68
9. Valoración organoléptica de la característica comestible (20 puntos) de las chuletas curadas y ahumadas por efecto de la utilización de diferentes niveles de carragenato (0, 3, 5 y 7 %)	70
10. Valoración organoléptica total (100 puntos) de las chuletas curadas y ahumadas por efecto de la utilización de diferentes niveles de carragenato (0, 3, 5 y 7 %)	71

LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Hoja guía para la evaluación organoléptica de la chuleta curada y ahumada por efecto de diferentes niveles de carragenato
2. Resultados del análisis bromatológico
3. Resultados del análisis microbiológico
4. Análisis estadísticos de las variables bromatológicas
5. Análisis estadístico del color (15 puntos) de la chuleta ahumada elaborada con diferentes niveles de carragenina
6. Análisis estadístico del sabor (15 puntos) de la chuleta ahumada elaborada con diferentes niveles de carragenina
7. Análisis estadístico de la textura (15 puntos) de la chuleta ahumada elaborada con diferentes niveles de carragenina
8. Análisis estadístico de la jugosidad (15 puntos) de la chuleta ahumada elaborada con diferentes niveles de carragenina
9. Análisis estadístico del aspecto externo y presentación (5 puntos) de la chuleta ahumada elaborada con diferentes niveles de carragenina
10. Análisis estadístico de la característica comestible (20 puntos) de la chuleta ahumada elaborada con diferentes niveles de carragenina
11. Análisis estadístico de la valoración total (100 puntos) de la chuleta ahumada elaborada con diferentes niveles de carragenina
12. Análisis de la regresión de los parámetros bromatológicos de las chuletas de cerdo curadas y ahumadas por efecto de diferentes niveles de carragenato (0, 3, 5 y 7 %)

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



“EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE CARRAGENATO EN LA
ELABORACIÓN DE CHULETA DE CERDO CURADA Y AHUMADA”

TESIS DE GRADO

PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

HERNÁN PATRICIO RUIZ MÁRMOL

RIOBAMBA – ECUADOR

2002