

**EFFECTOS DE LA ADICION DE LA PROTEASA PAPAINA DE *Carica papaya* Y
FIBRA DE UVA (*Vitis vinifera*) EN LONGANIZAS CRUDAS**



SORAYA PAOLA BARÓN MARTÍNEZ

ADOLFO GARCÍA PORRAS

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.
2013**

**EFFECTOS DE LA ADICION DE LA PROTEASA PAPAINA DE *Carica papaya* Y
FIBRA DE UVA (*Vitis vinifera*) EN LONGANIZAS CRUDAS**

SORAYA PAOLA BARÓN MARTÍNEZ

ADOLFO GARCÍA PORRAS

**Proyecto de Grado presentado como requisito para optar el título de
Ingeniero de Alimentos**

DIRECTOR

CLEMENTE GRANADOS CONDE

Ingeniero de Alimentos

Especialista en Aseguramiento de la Calidad de los Alimentos

Msc Ciencia y Tecnología de Alimentos

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.**

2013



NOTA DE ACEPTACIÓN

FIRMA DE JURADO



TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO	1
1.1 Productos cárnicos	1
1.1.1 Orígenes	1
1.1.2 Producción mundial	2
1.1.3 Clasificación de los productos cárnicos	2
1.1.4 Materias primas para la elaboración de productos cárnicos	4
1.1.4.1 Carne	4
o Estructura	4
o Proteínas	4
1.1.4.2 Grasas	6
1.1.4.3 Sal	6
1.1.4.4 Nitratos y nitritos	7
1.2 Enzimas en la industria alimentaria	8
1.2.1 Tipos de proteasas usadas en la elaboración de alimentos	9
1.2.2 Efectos de la adición de proteasas en el proceso de maduración de embutidos crudos	12
1.3 Alimentos funcionales	12
1.3.1 Definición	12
1.3.2 Orígenes	13
1.3.3 Uva (<i>Vitis vinífera</i>)	13
1.3.3.1 Capacidad antioxidante	14
1.3.3.2 Fibra	15
2. JUSTIFICACIÓN	16
3. OBJETIVOS	17
3.1 Objetivo general	17
3.2 Objetivos específicos	17
4. METODOLOGÍA	18
4.1 Tipo de estudio	18
4.2 Técnica de recolección de información	18
4.3 Materiales y métodos	18
4.3.1 Equipos y utensilios	18
4.3.2 Materia prima	19
4.3.3 Caracterización de la materia prima	19



4.3.3.1	Análisis microbiológico	19
4.3.3.2	Análisis fisicoquímico	19
4.3.3.3	Análisis bromatológico	20
4.3.4	Elaboración del producto	20
4.3.4.1	Primera parte: adición de la proteasa papaína de <i>Carica papaya</i>	20
4.3.4.1.1	Seguimiento proteolítico de las muestras de longaniza según la concentración de la papaína	22
4.3.4.1.2	Caracterización del lote de mejor proteólisis: análisis fisicoquímico y bromatológico	23
4.3.4.2	Segunda parte: adición de uvas deshidratadas (<i>Vitis vinifera</i>)	23
4.3.4.2.1	Determinación de la capacidad antioxidante y del contenido de fibra según la concentración de uva	23
4.3.4.3	Evaluación sensorial	24
4.3.5	Caracterización del producto final	24
4.3.5.1	Análisis microbiológico	24
4.3.5.2	Análisis fisicoquímico	25
4.3.5.3	Análisis bromatológico	25
5.	RESULTADOS Y DISCUSION	26
5.1	Características de la materia prima (carne de cogote)	26
5.1.1	Análisis microbiológico	26
5.1.2	Análisis fisicoquímico	26
5.1.3	Análisis bromatológico	27
5.2	Primera parte: seguimiento proteolítico de las muestras de longaniza según la concentración de papaína	28
5.2.1	Determinación de proteína total	28
5.2.2	Análisis del perfil de textura	29
5.3	Caracterización del lote elegido como mejor proteólisis: análisis fisicoquímico y bromatológico	32
5.4	Segunda parte: determinación de la capacidad antioxidante y del contenido de fibra según la concentración de uva	34
5.5	Análisis sensorial	35
5.6	Caracterización microbiológica, fisicoquímica y bromatológica del producto final	36
6.	CONCLUSIONES	37
7.	RECOMENDACIONES	38
8.	BIBLIOGRAFIA	39

ANEXOS



LISTADO DE TABLAS

- Tabla 1.** Formulación empleada en la elaboración de longanizas.
- Tabla 2.** Concentración de papaína (g/kg) empleado en cada fracción de pasta.
- Tabla 3.** Concentración de *Vitis vinífera* empleada en cada fracción de las pasta.
- Tabla 4.** Escala hedónica de 5 puntos para la evaluación sensorial.
- Tabla 5.** Resultados del análisis microbiológico realizado al corte de carne cogote.
- Tabla 6.** Resultados del análisis fisicoquímico realizado al corte de carne cogote.
- Tabla 7.** Resultados del análisis bromatológico realizado al corte de carne cogote.
- Tabla 8.** Seguimiento proteolítico de los lotes de longaniza según la concentración de papaína.
- Tabla 9.** Parámetro del perfil de textura de los lotes en cada concentración de papaína.
- Tabla 10.** Resultados del análisis fisicoquímico y bromatológico realizado al lote E₃.
- Tabla 11.** Resultados del análisis del contenido de fibra y capacidad antioxidante según las concentraciones de uva adicionadas.
- Tabla 12.** Media de las puntuaciones que obtuvieron cada uno de los parámetros sensoriales analizados en cada lote con adición de uva.
- Tabla 13.** Resultados del análisis microbiológico realizado al producto final (lote U₃).
- Tabla 14.** Resultados del análisis fisicoquímico y bromatológico realizado al producto final (lote U₃).



LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento de elaboración de longanizas con adición de proteasa y fibra.

Figura 2. Perfil de textura: dureza.

Figura 3. Perfil de textura: adhesividad.

Figura 4. Perfil de textura: elasticidad.

Figura 5. Perfil de textura: cohesividad.

Figura 6. Perfil de textura: masticabilidad.



RESUMEN

Este trabajo pretende estandarizar las concentraciones de papaína y de fibra para una longaniza elaborada a partir de carne de cogote con alto contenido de tejido conectivo.

Las longanizas se dividieron cuatro (4) lotes, de los cuales uno fue el lote control y a los demás se les adicionó diferentes cantidades de papaína de *Carica papaya*, a éstos lotes se les realizó un perfil de textura en el que la muestra con mayor concentración de papaína (E_3) mostró menores valores de dureza, masticabilidad, elasticidad y cohesividad. Posteriormente se elaboraron longanizas con la misma concentración de papaína del lote que presentó mejores atributos de textura (E_3) y se separaron en cuatro (4) lotes, de los cuales uno fue el control y a los demás se les agregó diferentes cantidades de fibra de uva, a estas muestras se les realizaron pruebas de capacidad antioxidante y de evaluación sensorial dando como resultado que el lote que tenía el más alto contenido de fibra de uva fue el que obtuvo mejores valores de capacidad antioxidante (U_3) y mayor aceptabilidad dentro de los panelistas, lo que derivó en que éste lote fuese considerado como el producto final.



INTRODUCCIÓN

El uso de enzimas en la industria ha crecido progresivamente en los últimos años. En la industria alimentaria son utilizadas para mejorar las características de las materias primas y para la obtención de nuevos productos. Un tipo de enzimas de uso tecnológico son las proteasas, causantes de la hidrólisis proteica, es decir, la rotura del enlace peptídico de las proteínas y en consecuencia la generación de péptidos de menor tamaño o incluso de aminoácidos libres (Vioque y Millán, s.f). Estudios han demostrado un incremento en la velocidad de maduración de la carne y productos cárnicos que han sido tratados con enzimas como papaína de *Carica papaya*, pronasa E de *Streptomyces griseus*, aspartil proteinasa acida de *Aspergillus orizae*, bromelina de *Anana comusus* y lipasa pancreática (Díaz, 1993; Fernández, 1993; Gélvez, 2006).

Uno de los mayores problemas identificados en la industria cárnica es la variabilidad en el grado de terniza de la carne (Vioque y Millán, s.f), además del desaprovechamiento de algunas partes de la canal por su falta de terniza, es allí donde radica la importancia de la utilización de enzimas en esta industria.

Otro tipo de aditivos que están despertando un alto interés en la ciencia de los alimentos son los antioxidantes naturales. Hay una gran diversidad de trabajos que relacionan dietas ricas en antioxidantes vegetales (hortalizas, frutas) con menores riesgos de enfermedades coronarias y cánceres. La fibra de uva es uno de estos aditivos y además de la capacidad antioxidante puede ser usado como fuente de fibra dietética para consumo humano (Canett, 2005; Medina, 2005).

La publicidad ha informado al consumidor actual acerca de la importancia de los productos funcionales, lo cual lo ha hecho más exigente a la hora de alimentarse, sin embargo son pocos los productos cárnicos y compuestos bioactivos usados en cárnicos con efectos beneficiosos en la salud los que se ofrecen en el mercado (Serrano, 2006).

Este proyecto de grado plantea la idea de diseñar un producto a partir de una materia prima de baja calidad como lo es la carne del corte cogote, mejorando su textura con la adición de la proteasa papaína de obtenida a partir de la papaya (*Carica papaya*). Además se pretende darle carácter funcional al producto con la adición de uva *Vitis vinífera* que aporta fibra y le otorga capacidad antioxidante.



1. MARCO TEORICO

1.1 PRODUCTOS CARNICOS

1.1.1 ORIGENES

Desde la prehistoria la carne ha sido un alimento apreciado por el ser humano, pero debido a su carácter perecedero sólo podía consumirse en épocas de caza, hasta que el hombre aprendió a emplear el frío y el secado al sol como método de conservación. Así mismo, con el descubrimiento del fuego la conservación se vio favorecida por el uso del humo y la cocción. Sin embargo fue el uso de la sal el que marcó el origen de los productos cárnicos como una nueva forma de conservar de la carne¹.

La historia de los productos cárnicos tiene sus inicios en la Antigua Grecia, en esa época se realizaba el picado de la carne, la adición de diversos aditivos y especias y el embutido en una piel, donde se dejaba secar y transformar. Este proceso constituía un método de conservación que incluía salado, secado, fermentación y cambios bioquímicos (Sánchez, 2003). En la Roma precristiana, durante las fiestas florales y lupercales se consumía gran cantidad de productos embutidos como el botuli, pero por ser una fiesta pagana la iglesia de la época suspendió su consumo hasta el año 494 d. de C. cuando éstas se cristianizaron (Díaz, 1993).

Durante la Revolución Industrial se desarrollaron nuevos métodos de conservación como la refrigeración, tratamientos térmicos, conservantes, enlatado y esterilización (Sánchez, 2003), contribuyendo no solo a la conservación sino también a la diversificación de los productos. Todos estos avances constituyen lo que es hoy la industria de los productos cárnicos.

Hoy los embutidos son un esfuerzo por mantener los niveles recomendados de consumo de carne. Las principales tendencias en el consumo actual en el sector cárnico son salud, practicidad, economía y sabor (Academia del área de plantas piloto, 2004).

¹ Sabor Artesano. Los embutidos en la historia. Disponible en: informacion@sabor-artesano.com



1.1.2 PRODUCCION MUNDIAL

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO, desde 1980 se ha duplicado el consumo anual per cápita de productos pecuarios en los países en desarrollo motivados por un cambio en la forma de alimentación, el crecimiento de la población y el aumento de los recursos. Se prevé que para 2050 se duplicará la producción mundial de la carne concentrándose este aumento en los países en desarrollo, por esta razón los programas de la FAO sobre carne y productos cárnicos prestan especial atención a mejorar la inocuidad alimentaria y reducir al mínimo los desechos durante la producción, así como a prestar asesoría y asistencia técnica y normativa con el fin de aumentar la productividad y darle valor agregado a los productos.

Por su parte, según el Ministerio de Fomento, Industria y Comercio de Nicaragua, la producción mundial de embutidos ha tenido un crecimiento lento pero dinámico, en el período entre 2004 y el 2008 el crecimiento promedio ha sido menor al 2%, esto debido a que la mayor parte de los animales sacrificados están destinados a la venta de carnes y no a la elaboración de embutidos, además, otros factores que han influido negativamente en la expansión del consumo son sus altos precios en el mercado y la percepción entre los consumidores de que las carnes rojas son dañinas, por esto últimamente se ha hecho más importante desarrollar productos cárnicos bajos en grasa o adicionados de fibra dietética o proteína de origen vegetal, convirtiéndose éstos en una nueva oportunidad para el sector industrial.

Según el Ministerio de Fomento, Industria y Comercio de Nicaragua (2008), los principales productores de embutidos a nivel mundial son, en su orden: La República Popular de China, Unión Europea (Alemania, Francia, Inglaterra, Italia, Polonia, España), Estados Unidos, Argentina, Brasil, Canadá, Rusia y México.

Por su parte, la industria cárnica en Latinoamérica atraviesa por un periodo de gran actividad que se refleja en el desarrollo de ideas y conceptos creativos, expansión real en las inversiones, construcción de nuevas plantas de elaboración, utilización de tecnologías revolucionarias en el empaque y búsqueda de nuevos nichos de venta (Academia del área de plantas piloto, 2004). En el caso específico de Colombia, la Encuesta Nacional Agropecuaria (2002), indica que la población bovina en ese año ascendió a 24.7 millones de cabezas, de las cuales el 57% se destinaron a la producción de carne, el 4% a leche y el 39% al doble propósito.

1.1.3 CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS

La clasificación de los productos cárnicos constituye un punto de partida para su normalización y para los procedimientos de certificación de la calidad de la producción y del sistema HACCP (Venegas y Villadares, 1999), sin embargo a lo largo del tiempo se han ido desarrollando una gran variedad de estos productos, con sabores, formas y procesos diferentes que han dificultado su agrupación, es



por esto que su clasificación varía en cada país y depende de criterios como la textura de la pasta, el tipo de procesamiento, si tiene o no tratamiento térmico, si es o no embutido, la forma del producto terminado, entre otros.

Según el Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC, en su Norma Técnica Colombiana NTC 1325 referente a *Industrias alimentarias: productos cárnicos procesados no enlatados*, los productos cárnicos procesados se clasifican, de acuerdo al proceso al que se sometan, de la siguiente manera:

- Productos cárnicos procesados crudos frescos o congelados o precocidos congelados o no: Son aquellos que no han sido sometidos a procesos de cocción, fermentación o maduración. Para su conservación requieren congelación o refrigeración.
- Productos cárnicos procesados crudos madurados o fermentados o ambos: Son aquellos elaborados con carne de animales de abasto, mediante la técnica de maduración o fermentación o ambas. Por ejemplo: Chorizo y salami.
- Productos cárnicos procesados cocidos: Son aquellos que han sido sometidos a proceso de precocción o cocción, ahumado o no. Por ejemplo: Butifarra, cábano, carne de diablo, chorizo, fiambre, hamburguesa, jamón, jamonada, mortadela, salchicha, salchichón y salchichón cervecero.
- Producto cárnico procesado crudo madurado de pieza entera: Es aquel que corresponde a una región anatómica de un animal de abasto, a la cual no se le ha retirado ninguna sección y es sometida a un proceso de salado y secado, cuyo objetivo es disminuir el contenido de agua y el desarrollo de olor y sabor característico. Por ejemplo: Lomo crudo madurado, jamón crudo madurado, bresaola, magret y cecina.

De acuerdo a la NTC 1325 define *Longaniza* como el Producto cárnico procesado elaborado a base de carne y grasa, obtenido por molido o picado o troceado o los tres anteriores, crudo fresco, cocido o madurado, embutido, con la adición de sustancias de uso permitido. Puede ser porcionado o no.

Por su parte, la División de Infraestructura Rural y Agroindustrias de la FAO, clasifica los productos cárnicos así:

- Productos cárnicos procesados crudos
- Productos cárnicos curados
- Productos cárnicos crudos-cocidos
- Productos cárnicos precocinados-cocinados
- Embutidos crudos-fermentados
- Productos cárnicos secos



En la anterior clasificación las *Longanizas* pertenecen al grupo de los productos cárnicos crudos frescos o congelados o precocidos congelados o no.

Otros autores, en su clasificación de productos cárnicos separan los embutidos escaldados de los cocidos, el primero se realiza sometiendo el embutido a tratamiento térmico cuya finalidad es disminuir la flora microbiana y coagular proteínas; y en el segundo las materias primas (carne, grasa, vísceras, despojos) son sometidas a un tratamiento de calor antes de ser procesadas y el embutido ya listo se cocina nuevamente (Amerling, 2001).

1.1.4 MATERIAS PRIMAS PARA LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS

Los embutidos se fabrican a partir de carne y grasa de cerdo, viseras, corteza despojos y tendones.

1.1.4.1 CARNE

La legislación colombiana en el decreto 2162 de 1983 y el 1500 de 2007 definen *carne* como sigue:

“Se entiende por carne la parte muscular comestible de los animales de abasto sacrificados en mataderos autorizados constituida por todos los tejidos blandos que rodean el esqueleto tendones vasos nervios aponeurosis y todos los tejidos no separados durante la faena. Además se considera carne el diafragma pero no los músculos de sostén del hioides el corazón y el esófago.”.

Estructuralmente la carne tiene dos componentes principales, las fibras musculares y el tejido conectivo. El primero contribuye con la *dureza miofibrilar*, y depende de la matanza de la canal y de su tratamiento posterior; y el segundo contribuye con la *dureza secundaria* que depende de las condiciones físicas del animal y de la región anatómica de donde se obtenga la carne, mas no del tratamiento postmortem (Guerrero, 2004). Uno de los efectos del proceso de maduración de la carne es el ablandamiento post-rigor, en el cual se involucran cambios estructurales de estos tejidos por acción de diferentes proteasas (Laneros, *s.f.*).

Para la elaboración de productos cárnicos se utilizan sobre todo aquellas piezas de carne menos nobles que proceden del cuarto anterior de la vaca (aguja, carnaza, hueso con carne, azotillo, pecho, cogote), debido a que esta sección posee partes móviles, estructura ósea compleja, músculos pequeños y más tejido conectivo que el cuarto posterior (Ranken, 2003). Estas son partes de bajo valor comercial, que mejoran sus características con el uso de enzimas proteolíticas que cumplen la función de “ablandadoras”, estas enzimas actúan sobre algunos de los componentes estructurales permitiendo un ablandamiento artificial de éste. También es de mucha importancia la frescura de la carne, cuanto más frescas



sean las carnes, tanto menores serán las pérdidas de peso durante la elaboración del embutido y más intenso será el sabor del producto terminado (Pulla, 2010).

○ Estructura

El músculo está compuesto por los tejidos muscular, conectivo y graso.

El tejido muscular corresponde a la parte carnosa del cuerpo del animal. Este tejido está compuesto de fibras musculares, que son células multinucleares alargadas llamadas *sarcómeros*, cuya membrana se conoce como *sarcolema* y el citoplasma como *sarcoplasma*. El tamaño de los haces de fibras musculares determinan la textura del musculo (Amerling, 2001).

El tejido conectivo es aquel que aporta soporte al tejido muscular, es un tejido flexible pero resistente que une y mantiene conexas las diversas partes del organismo, formando los tendones y las membranas envolventes: *endomisia*, que envuelve cada fibra del tejido muscular; *perimisia*, que envuelve un conjunto de fibras musculares separándolas en haces; y *epimisia*, que envuelve un grupo de músculos y forma los tendones (Ramírez, 2009; Amerling, 2001).

El tejido graso o adiposo presente en la carne es un aspecto que depende factores como la edad, raza, sexo, alimentación y castración del animal. Está constituido por células grasas llamadas *adipositos*, que en su interior contienen triglicéridos, colesterol y fosfolípidos. En el animal vivo este tejido sirve como protección y reserva de grasas para obtener energía. En la carne contribuye a la jugosidad y ternura, sin embargo su exceso se considera indeseable.

○ Proteínas

Amerling (2001) clasifica las proteínas de la carne en tres grupos: proteínas miofibrilares, sarcoplasmáticas y del estroma. Las proteínas en su totalidad corresponden al 18% de la composición total del músculo.

De las proteínas miofibrilares, las más importantes son la actina y la miosina, que se encargan de transformar la energía química en energía mecánica durante la contracción y relajación muscular del animal vivo (Amerling, 2001). Las proteínas miofibrilares tienen gran importancia a nivel tecnológico, la miosina y la actina, y en menor proporción la tropomiosina, son las principales responsables de la CRA. El punto isoeléctrico de estas proteínas se alcanza a un pH de 5,0. En este punto existe un máximo de enlaces iónicos, por lo que la matriz proteica está contraída. Al elevar el pH aumentan las cargas negativas, las moléculas de proteína se repelen entre sí y la matriz proteica se ensancha. Al mismo tiempo se incrementa la fuerza de atracción eléctrica de los dipolos de agua, lo cual ocasiona una elevación de la CRA, un efecto análogo sucede del lado ácido cuando se incrementan las cargas eléctricas positivas (Varnam y Sutherland, 1998).



En los productos emulsionados, la miosina actúa como el principal agente emulsificante, seguida de la actina debido a la presencia de una región hidrofílica y una hidrofóbica. También es importante a nivel industrial la capacidad de gelificación de la miosina inducida por el proceso de cocción, en donde se desnaturaliza parcialmente cambiando su estructura y luego se reagrupan los enlaces polipeptídicos para formar una matriz proteica responsable de la estructura del gel (Varnam y Sutherland, 1998).

La proteína sarcoplasmática es la mioglobina, que es básicamente un pigmento respiratorio con capacidad de fijar el oxígeno transportado por la sangre y que confiere a la fibra su característica coloración roja (Amerling, 2001).

El principal constituyente del tejido conectivo es la proteína de colágeno, seguido de la elastina y la reticulina. El colágeno influye negativamente en la ternura de la carne debido a que posee baja capacidad de retención de agua, se encoje con el calentamiento dejando escapar el agua, no tiene la capacidad de emulsionar ni es hidrosoluble (Ramírez, 2009).

Por cocción el colágeno se convierte en gelatina que le da consistencia y buen sabor a la carne. La elastina debe su nombre a su capacidad de estirarse hasta 150 veces en situaciones donde se requiera elasticidad y fuerza y regresan a su estado normal una vez termina la tensión (Ramírez, 2009). Es una proteína de bajo valor nutritivo porque es resistente a la cocción y a los ácidos estomacales. La reticulina es una capa muy pequeña que rodea las fibras musculares.

En una emulsión cárnica las gotas de grasa están recubiertas de proteínas que le dan estabilidad a la emulsión ya se unen a los dipolos del agua formando la interfase (Hleap y Molina, 2008).

1.1.4.2 GRASAS

Para la elaboración de embutidos se requiere grasa procedente del cerdo, específicamente el tocino dorsal, debido a que por ser saturada presenta un elevado punto de fusión respecto de la insaturada. Algunos autores como Díaz (1993) exponen que el tamaño de los cortes de grasa determina la velocidad de eliminación de agua de un embutido, en los picados más finos la eliminación de agua es más lenta que en los picados gruesos.

1.1.4.3 SAL

El efecto de las sales es un ejemplo típico de la influencia de la carga eléctrica de las proteínas en la capacidad de retención de agua de la carne. A valores de pH por encima del punto isoeléctrico, el cloruro de sodio a baja concentración, incrementa notablemente la CRA, mientras que a valores de concentración alta sucede lo contrario (Honikel, 1988) afirma que los iones de Cl⁻, por encima del punto isoeléctrico debilitan las uniones entre los grupos de signo contrario de las



cadena proteica y llegar a interactuar con los grupos cargados positivamente. Esto lleva consigo un aumento de la carga eléctrica negativa de las moléculas que se repelen entre sí, por lo que la estructura proteica se relaja y se aumenta la CRA. A valores de pH por debajo del punto isoeléctrico los iones de Cl^- neutralizan las cargas positivas de las proteínas de manera que, al disminuir la repulsión entre ellas, se produce una contracción de la estructura proteica que origina una pérdida de la CRA. Esta es la razón por la cual la sal puede ser utilizada para deshidratar carne y solubilizar proteínas (Varnam y Sutherland, 1998).

La sal mejora el sabor ya que aporta un gusto salado que da el anión Cl^- mientras que el catión Na^+ tiene su efecto principal sobre la capacidad de estimular los receptores (Hleap y Molina, 2008).

La sal ejerce un efecto bacteriostático especialmente contra coliformes debido a que induce, junto con otros solutos (carbohidratos, nitratos, nitritos, etc.), a un descenso de la actividad de agua (a_w) hasta valores de 0,97-0,96 (Díaz, 1993). Este efecto es sólo parcial debido al nivel de uso (generalmente, inferior al 2,5%). Se considera generalmente que a la concentración del 10%, inhibe el crecimiento de numerosos microorganismos, en cambio, a la concentración del 5% su acción no se hace sentir más que sobre los anaerobios. La acción de la sal está en relación con su concentración en la fase acuosa, lo que explica, por ejemplo, que en los productos sometidos a procesos de secado (jamones crudo curados, salchichones fermentados), sea necesario utilizar el frío al comienzo de la fabricación, cuando el contenido en agua es todavía importante, mientras que al final del proceso, resulta prácticamente inútil (Quiroga y Humberto, 2005).

La sal también solubiliza la actomiosina por el incremento de la fuerza iónica permitiendo la formación de una película adhesiva que propicia que las partículas de carne se intercalen entre las partículas de grasa.

1.1.4.4 NITRATOS Y NITRITOS

Los nitratos y nitritos son los ingredientes de "curado" de las carnes. Producen un color rosa y textura, sabor y olor característicos. Proporciona un efecto conservante especialmente frente al crecimiento de las esporas de *Clostridium botulinum* que podrían estar presentes sobretodo en productos como los jamones enlatados no esterilizados y productos cocidos empacados al vacío tales como las salchichas frankfurt y la carne de diablo (Quiroga y Humberto, 2005).

El nitrito es el componente más importante usado para el curado de las carnes, siendo también un potente antioxidante que previene la rancidez oxidativa (Quiroga y Humberto, 2005).

El riesgo potencial de pequeñas cantidades de nitrosaminas está siendo sopesado frente al efecto protector de los nitritos frente al botulismo. Adicionalmente, no se



han encontrado sustitutos para el nitrito que produzcan un color y sabor y olor típicos de carne curada en productos cárnicos (Quiroga y Humberto, 2005).

1.2 ENZIMAS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Una enzima es una proteína que actúa como catalizador biológico, llevando a cabo reacciones bioquímicas a muy altas velocidades, no se consume durante la reacción y en general presenta un elevado grado de especificidad (Badui, 2006).

La producción de enzimas para uso industrial tuvo sus orígenes en Dinamarca y Japón, a finales del siglo XIX, cuando se produjeron las primeras preparaciones de renina a partir del estómago de terneros y de amilasa de origen fúngico (Carrera, 2003). A partir de entonces industria alimentaria ha enfocado sus esfuerzos en obtener alimentos exitosos al menor costo posible.

Según Weiss *et al.* (2010) las enzimas pueden ser utilizadas de dos maneras diferentes para modificar la estructura de la carne y productos cárnicos. En primer lugar, las enzimas pueden catalizar la descomposición de los enlaces covalentes de las proteínas generando así péptidos más pequeños o aminoácidos, como es el caso de la papaína. Este desglose de la estructura puede aumentar la ternura de la carne. En segundo lugar, las enzimas pueden promover la formación de nuevos enlaces covalentes entre proteínas de la carne, como en el caso de la transglutaminasa. En los geles cárnicos, tales enzimas pueden mejorar la firmeza y la capacidad de retención de agua de los geles.

La actividad de una enzima se mide por el grado de hidrólisis final, que está determinado por las condiciones empleadas, es decir, concentración de sustrato, nivel de actividad enzimática, relación enzima/ sustrato, tiempo de incubación y estabilidad de la enzima en determinadas condiciones fisicoquímicas como son el pH y temperatura. Otro factor que también va a determinar el grado de hidrólisis es la naturaleza de la actividad del enzima, es decir su actividad específica y tipo de actividad (Bartoli y Labala, *s.f.*; Vioque y Millán, *s.f.*).

El uso de enzimas en alimentos está regulada por el Reglamento (CE) No 1331/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, el cual establece un procedimiento común para evaluar y autorizar a los productores de alimentos el uso de las enzimas alimentarias. De igual forma el Reglamento (CE) No 1332/2008 establece una lista de enzimas alimentarias autorizadas, condiciones de utilización de las enzimas alimentarias en los alimentos y normas para el etiquetado de las enzimas alimentarias.



Por su parte, la legislación colombiana aún no ha regulado el uso de enzimas en el territorio nacional, aunque la NTC 1325 incluye dentro de su lista aditivos de uso permitido en productos cárnicos procesados a las proteasas de origen fúngico y la bromelina, ficina y papaína, de origen vegetal.

1.2.1 TIPOS DE PROTEASAS USADAS EN LA ELABORACIÓN DE ALIMENTOS

La mayor parte de la producción de enzimas en el mundo está destinada a la obtención de proteasas (Carvajal et al, 2010).

La función de las proteasas es hidrolizar proteínas, es decir, catalizar la disociación del enlace peptídico (carbono-nitrógeno), produciendo cadenas más cortas llamadas polipéptidos y liberando aminoácidos. Las proteasas son funcionales sobre una proteína en particular sólo si la proteína se encuentra en una forma física específica (Moodie, 2001).

De acuerdo con el Comité de Nomenclatura de la Unión Internacional de Bioquímica y Biología Molecular (NC-IUBMB, 1984), las proteasas o enzimas proteolíticas reciben el código EC 3.4 por ser hidrolasas que escinden uniones peptídicas. El comité recomienda para este grupo de enzimas el nombre de *peptidasas*.

Son muchos los autores que han estudiado el efecto de las proteasas o peptidasas en los alimentos, principalmente en la carne. Según Weiss *et al*, (2010) también pueden ser utilizadas para modificar la estructura de productos cárnicos. Las proteasas de origen animal más conocidas son la pancreatina, tripsina, pepsina y quimotripsina y las de origen vegetal, papaína, la bromelina y la ficina. Así mismo se han aislado muchas proteasas a partir de microorganismos (hongos y bacterias) que también se han empleado en el procesamiento de alimentos, como el caso de la transglutaminasa. Entre todas las proteasas, las de origen animal son las que menos se utilizan en la elaboración de alimentos por su elevado costo y por presentar efectos secundarios negativos. Además estas enzimas se derivan de fuentes bovinas y porcinas, por lo tanto no podrían ser certificadas como *kosher* (Moodie, 2001), limitando así su uso en algunas partes del mundo.

La papaína (EC 3.4.22.2) es una enzima proteolítica que está presente en el látex de las frutas de la *Carica papaya*, se extrae del látex de la papaya donde se encuentra en una concentración de 10% aproximadamente; tiene un peso molecular de 21000 Da, tiene tres puentes disulfuro, un rango de pH óptimo de 6.5 a 7.8. Es una proteasa no muy específica (Badui, 2006). Gracias a la acción de los principios activos este látex se ha convertido en un negocio industrial y farmacéutico, que se comercializa en todo el mundo, con acentuada demanda en



los mercados europeos y norteamericanos. Se considera que el creciente negocio mundial relacionado con la papaína, actualmente se calcula en unos 100 millones de dólares anuales (Sinche, 2009). El uso principal de esta enzima es como mejorador de la textura de las carnes (Carrera, 2003.), sin embargo, autores como Gelvez (2006) y Moodle (2001) evaluaron el efecto de la bromelina y la papaína en cuanto a pH, capacidad de retención de agua (CRA), textura y producción de amoniaco y sus resultados han demostrado que la bromelina tiene una mayor velocidad de reacción que la papaína, este efecto ha conllevado a un mayor uso de la bromelina a nivel industrial.

Naveena, Mendiratta y Anjaneyulu (2004), estudiaron el efecto de las proteasas de las plantas de *Cucumis trigonus* y *Zingiber officinale* sobre el ablandamiento en la carne de búfalo y compararon este efecto con el producido por la enzima papaína. Los resultados mostraron un aumento en la solubilidad del colágeno y de las proteínas miofibrilares y sarcoplásmicas así como una reducción en los valores de fuerza de corte. También se observó la mejora en el sabor, jugosidad, ternura y aceptabilidad en todas las muestras tratadas con las diferentes enzimas, principalmente en las adicionadas con *Zingiber officinale*.

Bromelina es el nombre que se le da a las principales proteasas obtenidas a partir de los tallos y frutos de *Ananas comosus*, para hacer distinción, se usan los nombres de *bromelina de tallo* y *bromelina de fruto*, ésta última tiene mayor actividad proteolítica que la del tallo. La primera referencia sobre la existencia de actividad proteolítica en los jugos de *Ananas comosus* data de 1891. La enzima se utiliza principalmente como ablandador de carne debido a que tiene buena actividad sobre los tendones y el tejido conectivo rico en elastina (Gelvez, 2006).

Según García, Quintero y Munguía (2004), la bromelina y la ficina son más eficientes para degradar el colágeno y la papaína y ficina atacan principalmente a la actomiosina (Guerrero, 2004). Algunos autores determinaron que la bromelina, ficina y papaína solubilizan respectivamente 51, 37 y 15% de las proteínas del tejido conectivo, y 33, 54 y 60 de las proteínas solubles en soluciones salinas.

Por su parte, Minh *et al* (2012) caracterizaron las proteasas comerciales papaína, bromelina, actinidina y zingibaina, las dos últimas extraídas del kiwi y del jengibre respectivamente. Sus resultados indicaron que la preparación de proteasa actinidina era más eficaz en la hidrólisis de proteínas miofibrilares de carne de vacuno y la preparación de proteasa zingibaina más eficaz en la hidrólisis de las proteínas del tejido conectivo. Esto indica el potencial de estas proteasas para la focalización de aplicaciones específicas en el ablandamiento de la carne y productos cárnicos, en contraste con tratar de conseguir una terneza general con la papaína y la bromelina.

La enzima transglutaminasa (TGasa) es obtenida a partir del actinomiceto *Streptovercillium St (mobarraense)*. Según Jozami y Seselovsky (2003) la aplicación de esta enzima se basa en entrecruzar dos proteínas diferentes,



formando enlaces covalentes entre los aminoácidos Glutamina y Lisina. La mayor aplicación de esta enzima se presenta en la elaboración de carnes reconstituidas para mejorar la fuerza cohesiva y la capacidad de retener agua, otorgando estructura o permitiendo que ésta se mantenga aún durante los procesos de congelación o cocción. Lauber, Henle y Klotermeyer (2000), estudiaron la transglutaminasa cuando se añade a productos lácteos, esta enzima mejorara la fuerza de gel, las propiedades mecánicas y la capacidad de retención de agua, aumenta la viscosidad, la estabilidad, la coagulación enzimática y disminuye la permeabilidad de los geles. Uno de los mayores campos de aplicación de la TGasa en la industria láctea es la elaboración de yogurt, ya que disminuye la sinéresis e incrementa la fuerza de gel.

Otra aplicación importante de las proteasas se presenta en la industria cervecera, donde un grave problema es el enturbiamiento de la cerveza debido, sobre todo, al exceso de proteínas solubles en el líquido. Estas proteínas se eliminan gracias a la acción de las proteasas (Carrera, 2003). Se ha demostrado que una mezcla de papaína y proteasa obtenida de la bacteria *Serratia marcescens* más efectiva para eliminar la turbidez de la cerveza que ninguna de las enzimas por separado (Fernandez, s.f.).

El efecto de las proteasas se ha probado también en embutidos. En 1994, Díaz analizó el proceso madurativo de embutidos crudos curados adicionados con cuatro enzimas diferentes: pronasa E de *Streptomyces griseus*, aspartil proteínasa de *Aspergillus oryzae* y papaína, en varias concentraciones. Las conclusiones más importantes del estudio indicaron que de las tres enzimas, la aspartil proteínasa de *A. oryzae* es la que provoca una mayor aceleración de la proteólisis, incluso a dosis pequeñas y que el incremento de la proteólisis no se traduce en una aceleración de la maduración, dado que en el análisis sensorial no se refleja una potenciación del sabor y aroma de los embutidos ni una mejora apreciable de la calidad organoléptica global. En 1993, Fernández analizó el efecto de la adición de lipasa pancreática en la maduración de embutidos crudos curados. Según los resultados obtenidos, esta enzima no modificó las características microbiológicas y fisicoquímicas generales de los embutidos, aunque se observó una lipólisis más intensa que en embutidos convencionales, que determinó una mayor acumulación de diglicéridos y de ácidos grasos libres, principalmente oleico y linoleico. Estos ácidos grasos son los principales precursores de compuestos aromáticos y sápidos.

En vista de los efectos positivos de la utilización de proteasas varios autores se han incentivado a explorar el uso de nuevas enzimas, con nuevas propiedades, tal es el caso de la hemisfericina refinada y la mexicanaína, obtenidas de las plantas mexicanas *Bromelia hemisphaerica* (timbirichi) y *Pileus mexicanus* (cuaguayote), respectivamente (Briones y Cortés, 2000; González, et al., 2001; Cortés et al., 2008). Se ha demostrado en plantaciones experimentales la alta productividad del timbirichi y se han desarrollado procesos piloto para la fabricación de la preparación proteolítica industrial.



1.2.2 EFECTO DE LA ADICIÓN DE PROTEASAS EN EL PROCESO DE MADURACIÓN DE EMBUTIDOS CRUDOS

Durante el proceso de maduración de la carne que sigue al de rigidez cadavérica, las transformaciones autolíticas, causadas por sus enzimas proteolíticas (catepsinas) suministran a la carne una textura blanda, jugosa, masticable, de sabor agradable y apto para la cocción y digestión. Como esta maduración natural suele ser prolongada (12 días), se puede acelerar artificialmente mediante la adición de proteasas extrañas para así aumentar la ternura de la carne (meat tenderizer). Al atacar por proteólisis las fibras musculares y /o los componentes del tejido conectivo (colágeno, elastina, actomiosina) se logra un relajamiento de los enlaces peptídicos de las proteínas y con ello el ablandamiento de la carne (Armenteros, 2010).

La aplicación puede efectuarse por inmersión o por dispersión (spray) con soluciones acuosas o hidroalcohólicas de 2 a 5% de la enzima. Después de 30 minutos y hasta un máximo de 3 horas a la temperatura ordinaria debe procederse a la preparación culinaria de la carne, como la cocción y el asado rápido (bisteches, escalopas) para evitar que la superficie se vuelva pegajosa. En el caso de carne destinada a ser congelada, se sumergen los trozos en solución de papaína, adicionada eventualmente de ácido láctico y sal de comer, y después de 20 a 30 minutos se congela (Armenteros, 2010).

1.3 ALIMENTOS FUNCIONALES

1.3.1 DEFINICION

La FAO en su Glosario de Biotecnología para la Agricultura y la Alimentación define un *Alimento Funcional* como “un alimento que posee un efecto saludable más allá de su efecto puramente nutricional, mostrando ventajas específicas médicas o sanitarias que incluyen la prevención y el tratamiento de enfermedades”.

No constituyen un grupo de alimentos como tal, sino que resultan de la adición, sustitución o eliminación de ciertos componentes a los alimentos habituales (Barberá, s.f). Generalmente los alimentos funcionales se consumen en raciones normales en la dieta diaria y pueden ser de origen completamente natural o aquellos a los cuales se les han agregado ingredientes que inducen los efectos benéficos o que el tratamiento tecnológico aplicado les aumenta la biodisponibilidad de sus constituyentes (Davila y Sangronis, 2003; Barberá, s.f).



El Reglamento No 1924/2006 del Parlamento Europeo y su modificación posterior (Reglamento No 109/2008), relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos regula la comercialización de alimentos con mensajes nutricionales y de propiedades saludables en el etiquetado y en la publicidad, prohibiendo el uso de información que pueda inducir a error al comprador o que atribuya virtudes medicinales a los alimentos. El reglamento también propone que para garantizar la veracidad de las declaraciones efectuadas, es necesario que la sustancia objeto de la declaración esté presente en el producto final en cantidades que sean suficientes, o que la sustancia esté ausente o presente en las cantidades reducidas adecuadas, para producir el efecto nutricional o fisiológico declarado. La sustancia también debe ser asimilable por el organismo.

1.3.2 ORIGENES

La investigación sobre los alimentos funcionales se inició en Japón, a principios década de 1980 como respuesta a un aumento considerable de las patologías crónicas no transmisibles (cardiovasculares, diabetes, hipertensión, osteoporosis, cáncer, y en los últimos años, obesidad) (Durán, 2010; Verschuren, 2002). Este país fue pionero en establecer un sistema de aprobación para los alimentos funcionales, basado en resultados de investigaciones realizadas por el gobierno sobre los beneficios para la salud de productos concretos o de sus componentes. En vista de los resultados favorables, en 1991 se publicó un marco regulatorio específico sobre Alimentos para Uso Específico de la Salud (llamada FOSHU) (Verschuren, 2002).

En la década de 1990 la Unión Europea afrontó un número importante de proyectos que abordaron cuestiones como las fibras y prebióticos, mientras que los más recientes programas de la UE se centran en áreas tales como antioxidantes, vitaminas y fito-estrógenos, como así como los aspectos socio-económicos de la nutrición y la salud (Verschuren, 2002).

Hoy en día los alimentos funcionales han ido invadiendo el mercado y, en la actualidad, forman ya parte de nuestra dieta habitual.

1.3.3 UVA (*Vitis vinífera*)

Es una baya de forma y tamaño variables. Más o menos esférica u ovalada, y por término medio de 12 a 18mm de diámetro. La uva (*Vitis vinífera*) es el nombre que recibe el fruto que crece formando racimos de la vid común o vid europea. Pertenece al género *Vitis* de la familia de las Vitáceas, que incluye unas 600 especies de arbustos, por lo general trepador, propio de países cálidos y tropicales

¹.

¹ FUNDACION EROSKI CONSUMER. [Artículo de internet].
<http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/guia-alimentos/frutas-y-derivados/2004/12/01/112715.php> [Consulta: 15 agosto de 2012].



Las uvas pasas más apreciadas se obtienen de las variedades sin semillas, de acidez baja y ricas en azúcares. En España, las uvas de Málaga poseen Denominación de Origen. Estas uvas pasas de gran calidad son grandes, dulces, con pepitas y proceden de la uva moscatel. Las pasas de Corinto deben su nombre a la ciudad griega homónima donde se cultivan desde hace miles de años. Se identifican por su color oscuro, su pronunciado aroma, carecen de pepitas y son mucho más pequeñas que el resto. Las pasas sultanas son uvas pasas de color claro, sin semillas y extraordinariamente dulces, por lo que son las más empleadas en repostería y pastelería¹.

La composición de la uva varía según se trate de uvas blancas o negras. En ambas destacan dos tipos de nutrientes: los azúcares, principalmente glucosa y fructosa, más abundantes en las uvas blancas y las vitaminas (ácido fólico y vitamina B6). Entre los minerales, el potasio es el más abundante y se encuentra en mayor cantidad en la uva negra, mientras que el magnesio y el calcio están en cantidades moderadas y son más abundantes en la uva blanca¹.

1.3.3.1 CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

La capacidad antioxidante y secuestrante de radicales libres es una propiedad común en muchos de los compuestos bioactivos como los polifenoles. La prevención de los efectos perniciosos en la salud derivados de la acción de los radicales libres producidos en el organismo como consecuencia de la oxidación biológica está adquiriendo cada vez más importancia en nutrición (Kuskoski *et al*, 2004).

En el organismo existe un equilibrio natural entre el sistema de defensa antioxidativo, que puede ser de origen endógeno o exógeno, y las especies reactivas de oxígeno. Cuando este equilibrio se rompe se habla de un estrés oxidativo debido a la ingesta deficiente en compuestos antioxidantes o a un exceso de especies oxigenadas reactivas. Es importante que una vez terminada la acción beneficiosa, el antioxidante gastado sea eliminado eficazmente para prevenir su interacción con otras sustancias (Kuskoski *et al*, 2004).

Existen diversos métodos para evaluar la actividad antioxidante, ya sea *in vitro* o *in vivo*. Una de las estrategias más aplicadas en las medidas *in vitro* de la capacidad antioxidante total de un compuesto, mezcla o alimento, consiste en determinar la actividad del antioxidante frente a sustancias cromógenas de naturaleza radical; la pérdida de color ocurre de forma proporcional con la concentración. No obstante, las determinaciones de la capacidad antioxidante realizadas *in vitro* nos dan tan sólo una idea aproximada de lo que ocurre en situaciones complejas *in vivo* (Kuskoski *et al*, 2004).

¹FUNDACION EROSKI CONSUMER. [Artículo de internet].
<http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/guia-alimentos/frutas-y-derivados/2004/12/01/112715.php> [Consulta: 15 agosto de 2012].



Los métodos más aplicados son ABTS y DPPH. Ambos presentan una excelente estabilidad en ciertas condiciones, aunque también muestran diferencias. El DPPH es un radical libre que puede obtenerse directamente sin una preparación previa, mientras que el ABTS tiene que ser generado tras una reacción que puede ser química (dióxido de manganeso, persulfato potasio, ABAP), enzimática (peroxidasa, mioglobulina), o también electroquímica. Con el ABTS se puede medir la actividad de compuestos de naturaleza hidrofílica y lipofílica, mientras que el DPPH solo puede disolverse en medio orgánico (Kuskoski *et al*, 2004).

1.3.3.2 FIBRA

La fibra dietaria se define como una parte estructural de los alimentos que es resistente a la acción de las enzimas digestivas presentes en las secreciones del tracto gastrointestinal humano. Tiene efectos fisiológicos sobre el organismo humano en el tratamiento o prevención de enfermedades como la obesidad, diabetes, enfermedades cardíacas y constipación (Flanzy, 2003).

La fibra dietaria está compuesta por una parte insoluble, que se conoce con frecuencia como el residuo no nutritivo, y una parte soluble, que a diferencia de la anterior se considera en el contenido calórico de los alimentos (Flanzy, 2003).

La fibra dietaria es resistente a las enzimas digestivas del hombre y otros mamíferos. Comprende los hidratos de carbono, entre los cuales se puede mencionar: la celulosa, la hemicelulosa, las pectinas, las gomas y mucílagos, como igualmente la lignina, siendo parte importante de las frutas, hortalizas, cereales y leguminosas (Flanzy, 2003).

Estudios indican que la fibra dietaria reduce el riesgo de enfermedades cardiovasculares, diabetes, obesidad, cáncer de colon y otra diversidad de enfermedades (Lee *et al*, 1992).

La importancia que ha adquirido el consumo de fibra en los últimos años, ha traído consigo modificaciones en la industria alimentaria, desarrollándose nuevos productos, más saludable y con un alto contenido de fibra dietética (Sáenz *et al*, 1999).

La fibra es adecuada para su inclusión a los productos cárnicos y ha sido previamente usada para incrementar el rendimiento en cocción, debido a las propiedades de ligazón de agua y grasa y para mejorar la textura (Goni *et al*, 1998). Se han estudiado varios tipos de fibras solas o combinadas con otros ingredientes, para formulaciones de productos cárnicos reducidos en grasa, finamente molidos y productos reestructurados y emulsiones cárnicas.

Se han reportado diversos estudios en carne y productos cárnicos con adición de fibra, se han utilizado diferentes tipos de fibras provenientes de residuos de frutas y cereales las cuales se han incluido a productos cárnicos. Yilmaz (2004) utilizó



salvado de centeno como sustituto de grasa en la producción de albóndigas. El consumo de centeno ha sido reportado para inhibir el crecimiento de tumores en mama y en colon en animales de laboratorio, o para disminuir la respuesta de glucosa en diabéticos, y para disminuir el riesgo de muerte por enfermedades coronarias. La adición de salvado de centeno a las albóndigas en los niveles probados (5% a 20%) mejoró su valor nutricional y los beneficios en la salud. Los autores concluyeron que este tipo de fibra puede ser usado como fuente de fibra dietaria.

García *et al* (2002) estudiaron el efecto de la adición de fibras de cereales y de frutas sobre las propiedades sensoriales de embutidos madurados reducidos en grasa. Las fibras dietarias de cereales (trigo y avena) y de frutas (pera, manzana y naranja) fueron adicionadas en concentraciones de 1.5% y 3%. La adición de fibra dietaria de cereales y de frutas representó una mejora en sus propiedades nutricionales y sensoriales. La fibra de naranja provee los mejores resultados con propiedades sensoriales similares a los del embutido convencional.

Otra importante fuente de fibra son los residuos industriales de las frutas, que pueden obtenerse como subproductos de las plantas de procesamiento de alimentos. Los subproductos de los cítricos (albedo de limón y fibra de naranja en polvo) han sido adicionadas en diferentes concentraciones a embutidos cocidos y a embutidos madurados, con excelentes resultados. (Fernández *et al*, 2004).

2 JUSTIFICACIÓN

Esta propuesta se justifica mediante los siguientes aspectos:

- ü La opinión pública ha influenciado notablemente el conocimiento de los consumidores acerca de los componentes funcionales de los productos y con ello se ha favorecido el estudio científico y desarrollo de nuevas tecnologías que los incluyan, a la vez que se ha creado la necesidad de incluirlos en la alimentación diaria.
- ü Diversos estudios relacionan el consumo de fibra de uva con una mejor conservación de las características originales del producto (Laneros, *s.ñ*) y la reducción del riesgo de contraer enfermedades debido a su capacidad antioxidante y al aporte de fibra.
- ü La carne y sus derivados ocupan un papel destacado en la dieta, debido entre otros factores a su valor nutricional y consumo frecuente, lo que les



hacen ser elementos esenciales para vehiculizar la ingesta de compuestos bioactivos (Serrano, 2006) como la fibra dietaria de uva (Mendiola, 2009).

- ü La textura es uno de los principales atributos sensoriales de la carne, exigiendo el consumidor una condición jugosa y tierna de la misma (Lanteros, *s.ñ*). Producir un alimento aceptable y nutritivo mediante la aplicación de enzimas ablandadoras ofrece un mayor aprovechamiento de las canales en aquellos cortes de poca ternera, con lo cual se obtendría un producto de alto valor nutritivo a partir de una materia prima económica.
- ü Ofrecer un producto nutritivo y económico a la sociedad brinda a las personas de escasos recursos la facilidad de una alimentación rica en proteínas y con buenas características sensoriales.
- ü El siguiente cuadro muestra una comparación entre los precios de la materia prima empleada para elaborar longanizas con carne de primera y sin enzima y longanizas con carne de segunda y con adición de enzima.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar los efectos de la adición de la proteasa papaína de (*Carica papaya*) y fibra de uva (*Vitis vinifera*) en longanizas crudas.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estandarizar las concentraciones de la enzima y de la fibra dietaria de uva en el producto final.
- Evaluar el efecto de la papaína sobre las propiedades texturales del producto.
- Medir el poder antioxidante y la cantidad de fibra total en el producto.
- Caracterizar bromatológica, microbiológica y sensorialmente el producto final.



4 METODOLOGIA

4.1 TIPO DE ESTUDIO

Esta investigación corresponde al área de los alimentos, específicamente de productos cárnicos y productos funcionales. De acuerdo con la metodología empleada esta investigación se puede considerar de carácter experimental y más específicamente es de tipo correlacional.

4.2 TECNICA DE RECOLECCION DE INFORMACION

La fuente de información documental está basada en la búsqueda y consulta de libros, bases de datos, revistas y medios electrónicos como buscadores de internet. Por su parte, la fuente de información experimental está basada en análisis de laboratorio.

4.3 MATERIALES Y METODOS

4.3.1 EQUIPOS Y UTENSILIOS

- Balanza Ohaus serie: valor TM 1000 capacidad 15kg
- Pipetas 5mL
- Recipientes
- Cuchillos para troceado
- Tablas acrílicas para corte de carnes y grasa
- Mesa de acero inoxidable
- Mezcladora Javar modelo 50 serie 01
- Embutidora Javar modelo B30 serie 03
- Termómetro digital
- Refrigerador eléctrico Lassele modelo RLF-1382PC-CT126
- Texturómetro TA.XT Plus Texture Analyser



4.3.2 MATERIA PRIMA

- Carne de res del corte cogote adquirido en la tienda Distribolívar.
- Materia grasa (Tocino de cerdo) adquirido en almacenes Olímpica.
- Proteasa Papaína, nombre comercial COROLASE® L 10 de *Carica Papaya*, adquirida en la empresa Ingredientes y Productos Funcionales S.A.S.
- Uvas Pasas (*Vitis vinifera*) adquirida en almacenes Exito.
- Los ingredientes usados en la formulación fueron los siguientes: Sal nitro, glutamato monosódico, pimienta en polvo, cebolla larga, ajo natural, comino, condimento longaniza, nuez moscada, tomillo, orégano, laurel, cilantro, humo líquido.

4.3.3 CARACTERIZACION DE LA MATERIA PRIMA

Con la finalidad de determinar su calidad y aptitud para ser procesada, la carne de res fue sometida previamente a una serie de pruebas microbiológicas, fisicoquímicas y bromatológicas que permitieron su caracterización.

4.3.3.1 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Estos análisis se realizaron en el Laboratorio bacteriológico y fisicoquímico de aguas y alimentos Miguel Torres Benedetti. Las pruebas realizadas fueron las siguientes:

- **Coliformes totales y fecales:** Se efectuó de acuerdo con lo indicado en la NTC 4458.
- **Mesófilos aerobios:** Se efectuó de acuerdo con lo indicado en la ISO 4833:2003.
- **Estafilococos aureus coagulasa positiva:** Se efectuó de acuerdo con lo indicado en la ISO 6888:1999.
- **Salmonella sp:** Se efectuó mediante la NTC 4574.

4.3.3.2 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO

Las pruebas fisicoquímicas de la carne se realizaron en la Unidad de Prestación de Servicios Rafael Ruiz Arango de la Universidad de Cartagena.

- **pH:** El procedimiento se efectuó mediante el método electrométrico.



- **Capacidad de Retención de Agua CRA:** El procedimiento se efectuó por compresión con papel filtro.

4.3.3.3 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Los análisis bromatológicos de la carne se realizaron en la Unidad de Prestación de Servicios Rafael Ruiz Arango de la Universidad de Cartagena. Las pruebas realizadas fueron las siguientes.

- **Determinación del contenido de humedad:** Se realizó mediante la NTC 1663.
- **Determinación del contenido de nitrógeno total:** Se realizó siguiendo método Kjeldahl expuesto en la AOAC 984.13
- **Determinación del contenido de proteína total:** Se realizó siguiendo método Kjeldahl expuesto en la AOAC 984.13.
- **Determinación del contenido de grasa total:** Se realizó mediante NTC 668.

4.3.4 ELABORACIÓN DEL PRODUCTO

La elaboración del producto inició con la adecuación de las materias primas, para lo cual se realizó el troceado de la carne y del tocino en cubos de aproximadamente 1cm cada lado.

La carne se marinó con sal nitro, polifosfatos, azúcar y condimento longaniza y se almacenó a temperatura de refrigeración durante 24h. Después de este tiempo se realizó el pesaje exacto de los demás ingrediente según dicta la formulación de la **Tabla 1**.

4.3.4.1 PRIMERA PARTE: ADICIÓN DE LA PROTEASA PAPAÍNA de *Carica papaya*

La carne, la grasa, los condimentos y demás ingredientes se incorporaron en una mezcladora Javar modelo 50 serie 01. Después de tener la pasta homogénea ésta se fraccionó en cuatro (4) partes iguales, la primera parte fue un blanco y a cada una de las otras tres (3) se les agregó una concentración diferente de la enzima papaína según indica el **Tabla 2** La pasta se amasó nuevamente para conseguir un reparto homogéneo de la enzima.

Previo a la adición de la papaína a la masa, cada concentración se disolvió en 100mL de agua destilada. Al lote control se le añadió un contenido igual de agua para que el contenido de humedad no se viera afectado.



Ingredientes	Porcentaje (%)
Carne de res	87,5
Grasa de cerdo	12,5
Aditivos	Porcentaje (%)
Sal nitro	2,3
Polifosfato	0,5
Azúcar	0,45
Glutamato monosódico	0,1
Pimienta en polvo	0,2
Cebolla larga	5,0
Ajo natural	0,5
Comino	0,1
Condimento longaniza	1,0
Nuez moscada	0,1
Tomillo	0,2
Orégano	0,05
Laurel	0,2
Cilantro	0,2
Humo líquido	0,03
Agua	10

Fuente: Barón & García, 2012.

E ₀ (control)	0,0
E ₁	0,3
E ₂	0,6
E ₃	0,9

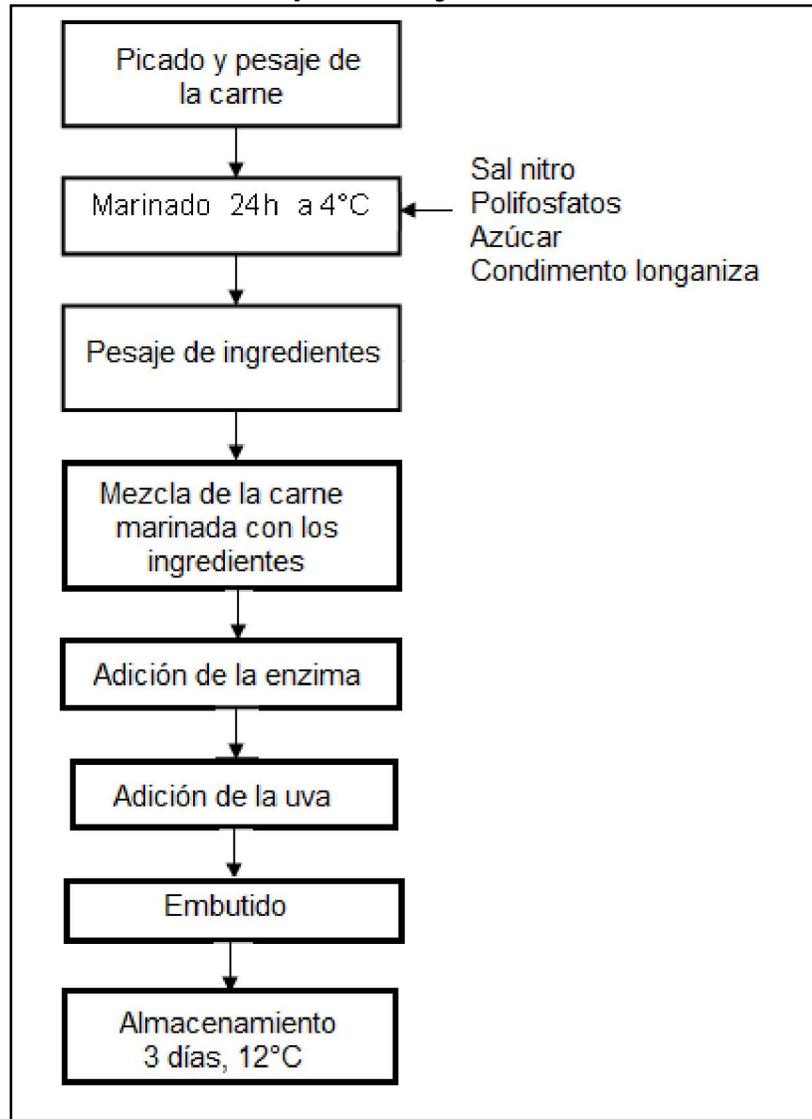
Fuente: Barón & García 2012.

La pasta se embutió en una tripa Coria calibre 24mm usando una embutidora Javar modelo B30 serie 03. El amarre de la tripa se realizó cada 12cm. Seguido a esto se realizó un enjuague con el fin de eliminar restos de pasta que pudieran haber quedado en la longaniza después del atado, y se escurrió para eliminar el exceso de agua que se hubiera retenido durante el enfriamiento. (Herrera *et al*, sñ). El peso de cada longaniza fue aproximadamente de 140g, obteniéndose un peso total de 1kg por cada concentración.

La temperatura de almacenamiento se mantuvo a 12°C durante un tiempo de 3 días que se determinó con base a los resultados del trabajo de Díaz (1993) quien estudió el proceso madurativo de embutidos crudos curados con la adición de tres proteasas diferentes, entre ellas papaína, y los valores más altos de nitrógeno los obtuvo alrededor de los 3 a 5 días de almacenamiento.



Figura 1: Procedimiento de elaboración de longanizas con adición de proteasa y fibra.



Fuente: Barón & García 2012.

4.3.4.1.1 SEGUIMIENTO PROTEOLITICO DE LAS MUESTRAS DE LONGANIZA SEGÚN LA CONCENTRACION DE LA PAPAÍNA

En los lotes (E₀, E₁, E₂ y E₃) se realizó un seguimiento proteolítico evaluando el contenido de proteína y nitrógeno total (método Kjeldahl- AOAC 984.13) y realizado un perfil de textura usando un texturómetro TA.XT Plus Texture Analyser donde se evaluó la dureza, adhesividad, elasticidad, cohesividad y masticabilidad del producto. Los resultados de este seguimiento determinaron la concentración en la que se dio una mejor degradación de proteínas.



4.3.4.1.2 CARACTERIZACIÓN DEL LOTE DE MEJOR PROTEÓLISIS: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y BROMATOLÓGICOS

Al lote elegido como la mejor proteólisis se le midió pH (método electrométrico), CRA (compresión con papel filtro), contenido de humedad (NTC 1663) y grasa (NTC 668).

4.3.4.2 SEGUNDA PARTE: ADICIÓN DE UVAS DESHIDRATADAS (*Vitis vinifera*)

Después de la selección de la mejor proteólisis y la caracterización del lote se fabricó nuevamente la pasta siguiendo el mismo procedimiento de elaboración (Véase 4.3.4), esta vez adicionando la concentración de papaína elegida. La pasta homogénea se fraccionó en cuatro (4) partes iguales, la primera parte fue un blanco y a cada una de las otras tres (3) se les agregó una concentración diferente de la *Vitis vinifera* seca previamente molida, según indica el **Tabla 3**.

Fracción de pasta	Concentración (g/kg)
U ₁ (control)	0,0
U ₂	15
U ₃	25
U ₄	35

Fuente: Barón & García.

4.3.4.2.1 DETERMINACION DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y DEL CONTENIDO DE FIBRA SEGÚN LA CONCENTRACIÓN DE UVA

- **Determinación de la capacidad antioxidante:** Se determinó mediante el método espectrofotométrico del ácido tiobarbitúrico (TBA) a 532nm. Se realizó en la unidad de prestación de servicios Rafael Ruiz Arango de la Universidad de Cartagena.
- **Determinación de la concentración de fibra:** Se determinó mediante la NTC 5122.



4.3.4.3 EVALUACIÓN SENSORIAL

Se realizó un panel con 21 catadores a quienes se les explicó con detalle las características de las pruebas a realizar. Se trató de una prueba preferencial. A cada catador se le presentó una muestra de cada lote de longaniza fabricada (U_0 , U_1 , U_2 y U_3). El jurado calificó apariencia y color, textura, y sabor y olor, con arreglo a una escala hedónica de 5 puntos, como indica la **Tabla 4**.

Puntaje	Nivel de agrado
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

Fuente: Barón & García, 2012.

Después se calculó la media de las puntuaciones para cada una de las características examinadas y se determinó el valor de la calidad global de cada lote con arreglo a la siguiente ecuación (Díaz, 1993).

$$= \quad \times 0,2 + \quad \times 0,3 + \quad \times 0,5$$

Donde,

= puntuación media del color y apariencia.

= puntuación media de la textura.

= puntuación media del sabor y olor.

Se escogió la muestra con mejor calidad global como el producto final.

4.3.5 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO FINAL

4.3.5.1 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

- **Coliformes totales y fecales:** Se efectuó de acuerdo con lo indicado en la NTC 4458.
- **Mesófilos aerobios:** Se efectuó de acuerdo con lo indicado en la ISO 4833:2003.
- **Estafilococos aureus coagulasa positiva:** Se efectuó de acuerdo con lo indicado en la ISO 6888:1999.
- **Salmonella sp:** Se efectuó mediante la NTC 4574.



4.3.5.2 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

- **pH:** El procedimiento se efectuó mediante el método electrométrico.
- **Capacidad de Retención de Agua CRA:** El procedimiento se efectuó por compresión con papel filtro.

4.3.5.3 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

- **Determinación del contenido de humedad:** Se realizó mediante la NTC 1663.
- **Determinación del contenido de nitrógeno total:** Se realizó siguiendo método Kjeldahl expuesto en la AOAC 984.13
- **Determinación del contenido de proteína total:** Se realizó siguiendo método Kjeldahl expuesto en la AOAC 984.13.
- **Determinación del contenido de grasa total:** Se realizó mediante NTC 668.



5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la primera parte de este estudio se utilizó como materia prima carne de cogote por ser un corte duro y con alto contenido de colágeno y elastina. Como parámetro de calidad para la elección de este corte se tuvo en cuenta el análisis microbiológico expresado en la **Tabla 5**, además se analizó desde el punto de vista fisicoquímico y bromatológico. En la segunda parte del trabajo se utilizó como materia prima adicional uvas deshidratadas (*Vitis vinífera*), la cual se añadió a las longanizas elaboradas a partir del corte de cogote.

5.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA (CARNE DE COGOTE)

5.1.1 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Los resultados de los análisis microbiológicos realizados a la materia prima son los siguientes:

Tabla 5. Resultados del análisis microbiológico realizado al corte de carne cogote.		
Análisis	Resultado	Especificaciones
Mesófilos aerobios	<9800ufc/g	<100000ufc/g
Coliformes totales	110ufc/g	-
Coliformes fecales	0ufc/g	<1100ufc/g
Estafilococos aureus c(+)	<100ufc/g	<100ufc/g
Salmonella sp	Negativo	Negativo

Fuente: Barón & García, 2012.

De acuerdo a lo indicado en la tabla anterior la carne de cogote utilizada como materia prima en la elaboración del producto cumple con los parámetros microbiológicos exigidos por la legislación vigente.

5.1.2 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO

Tabla 6. Resultados del análisis fisicoquímico realizado al corte de carne cogote.	
Análisis	Resultado
pH	5,8
CRA %	28,23%

Fuente: Barón & García, 2012.



El pH de la materia prima se encuentra dentro de los rangos aceptables para una carne sin alteración, Beltrán *et al.* (1997) establecieron este valor por debajo de 5,80.

La Capacidad de Retención de Agua CRA de la materia prima resultó cercana a las indicadas por autores como Arango (1996), quien ha reportado valores de 31,7% en lomo, 36,2% en centro de pierna y 29,3% en muchacho. Es posible que la leve variación presentada entre estos valores y el corte de cogote, sea consecuencia del alto porcentaje de tejido conjuntivo de este último que limita la absorción de agua. Teniendo en cuenta que esta absorción se realiza en las miofibrillas y que éstas ocupan aproximadamente el 70% del volumen total de la masa molecular (Offer y Trinick, 1983; Hamm, 1986), un aumento en la cantidad de tejido conectivo significa una disminución del volumen de miofibrillas y por ende una disminución en la CRA.

5.1.3 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Tabla 7. Resultados del análisis bromatológico realizado al corte de carne cogote.	
Análisis	Resultado (%)
Humedad	63,33
Nitrógeno total	3,36
Proteína total	21
Grasa total	2,00

Fuente: Barón & García, 2012.

El porcentaje de humedad es un poco más bajo que los reportados por autores como Osborne & Voogt (1986) de 75,9% y Moreiras (1999) de 73,9%. Sin embargo se encuentra entre el rango reportado por Ferreira (1999) de 58-64%. El porcentaje de proteína corresponde al valor reportado por Moreiras (1999), Cole y Lawrie (1975), Huerta *et al.* (1993) y Esquivel, (1994) de 20.7, 19.0, 21.15 y 22.08%, respectivamente. El porcentaje de grasa de la materia prima fue similar a los reportados por Vera (2008) en los cortes chilenos de asado carnicero (2,354%), punta de ganso (2,562%) y plateada (3,386%).

En general los análisis fisicoquímicos y bromatológicos se encuentran entre los reportados en la bibliografía, corroborando la buena calidad de la materia prima.



5.2 PRIMERA PARTE: SEGUIMIENTO PROTEOLITICO DE LAS MUESTRAS DE LONGANIZA SEGÚN LA CONCENTRACION DE LA PAPAÍNA.

5.2.1 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA TOTAL

Análisis	E ₀	E ₁	E ₂	E ₃
Nitrógeno total %	3,04	3,18	3,21	3,55
Proteína total %	19,06	19,91	20,12	22,2

Fuente: Barón & García, 2012.

El contenido de nitrógeno total de la muestras control (E₀) fue similar a los obtenidos por Acton y Dick (1976) situados entre el 3 y el 5% en chorizo, salchichón y salami. Sin embargo fue inferior a los obtenidos por autores como Díaz en 1993, quien reportó datos entre 6,04 y 6,75% en embutidos crudos curados madurados. Según Díaz (1993) el contenido en nitrógeno total depende de la formulación y, por tanto, los valores descritos por unos y otros autores no son comparables. Aquellos autores que han ofrecido valores bajos (por ejemplo, del 3%) corresponden a embutidos con poco contenido en carne y mucho en grasa u otros ingredientes, y viceversa. Una mayor proporción en el porcentaje de proteínas en el caso de los embutidos madurados corresponde también a la pérdida de humedad durante el proceso, lo que ocasiona una mayor proporción de los componentes nutricionales.

Como era de esperarse, la proteína se mantuvo estable entre la materia prima (Tabla 7) y E₀, la leve variación entre ellas probablemente corresponda al reemplazo de carne por los demás ingredientes adicionados en el producto.

El seguimiento proteolítico fue proporcional al evaluado por Díaz en 1993, quien también reportó un aumento en la cantidad de nitrógenos soluble en agua, no proteico, básico volátil y soluble en ácido fosfotúngstico y ácido sulfosalicílico al aumentar la concentración de la *Aspartil proteínasa de Aspergillus Oryzae*, *Pronasa E de Streptomyces griseus* y *Papaína de Carica papaya* en embutidos crudos curados madurados. Toldrá (1998) obtuvo un considerable aumento en la cantidad de aminoácidos libres durante el proceso de maduración del jamón serrano curado seco. Naveena (2004) mostró un aumento en la cantidad de proteínas miofibrilar, sarcoplasmática y proteína soluble total de trozos de carne de búfalo marinados con tres tipos de enzimas diferentes (*Cucumis trigonus Roxb*, *Zingiber officinale roscoe* y papaína) al comparar cada uno con un lote control. A pesar de estos estudios no se ha hallado en la bibliografía el comportamiento del porcentaje de nitrógeno total durante la maduración de embutidos. Sin embargo, autores coinciden en afirmar que el aumento en las cantidades de proteína y



nitrógeno presentes en las embutidos es producto del fraccionamiento de las proteínas causado por las proteasas, estas proteínas llamadas *proteínas derivadas secundarias*, son sustancias formadas durante la hidrólisis progresiva de las proteínas y cubren un amplio espectro de pesos moleculares que dependen de la extensión de la escisión hidrolítica de la proteína original (Gennaro, 2003). Los procesos proteolíticos afectan fundamentalmente a las proteínas miofibrilares de peso molecular elevado, ocasionando un incremento de las fracciones nitrogenadas de tamaño inferior, lo que refleja un aumento del nitrógeno total durante la maduración (Ventanas, 2000; Toldrá, 1998). Además las proteínas del tejido conjuntivo son también hidrolizadas por la papaína (Restrepo *et al*, 2001).

Según la FAO (1994) algunos estudios ponen de manifiesto una marcada superioridad en la proteólisis cuando se utilizan enzimas exógenas en comparación con la hidrólisis de las enzimas endógenas, poniendo de manifiesto la importancia que tiene el empleo de éstas en la industria alimentaria. Sin embargo en este trabajo no se evidencia un aumento significativo entre la hidrólisis de las diferentes concentraciones de papaína.

El lote E₃ tuvo una superioridad en relación a los demás, debido a que la concentración más elevada de enzimas generó una mayor cantidad de nitrógenos (3,55%) y proteínas de menor peso molecular (22,2%).

5.2.2 ANÁLISIS DEL PERFIL DE TEXTURA

Lote	Dureza (g)	Adhesividad (g-sec)	Elasticidad	Cohesividad	Masticabilidad
E ₀	1051,098	-70,899	0,945	0,838	832,885
E ₁	933,384	-16,546	0,949	0,836	739,899
E ₂	742,695	-17,397	0,937	0,868	603,792
E ₃	571,385	-58,629	0,882	0,788	396,785

Fuente: Barón & García, 2013.

Según lo indicado en la **Tabla 9** las muestras a las cuales se les adicionó mayor cantidad de papaína presentaron valores más bajos de dureza, siendo E₀ (sin papaína) el que tuvo el valor más alto y E₃ el valor más bajo, por lo cual se requiere menos esfuerzo para comprimir esta última muestra.

Para el atributo de adhesividad el lote E₀ mostró el valor más alto, por lo tanto el trabajo requerido para retirar la muestra de la superficie bucal es mayor que el requerido por los lotes E₁ y E₂.

La masticabilidad va descendiendo a medida que van aumentando las concentraciones de enzima en las muestras, siendo E₀ el lote con mayor

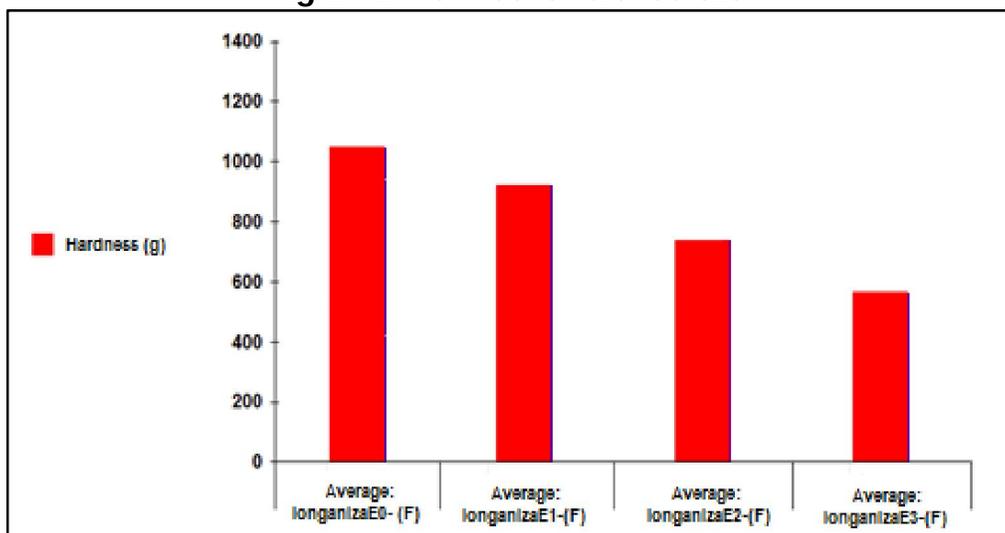


masticabilidad y E_3 el lote con menor valor de masticabilidad, por tal razón el periodo de tiempo requerido para masticar la muestra E_3 a una velocidad constante para reducir su consistencia y así poder ser tragada va a ser menor que la de E_2 , E_1 y E_0 , respectivamente.

La **Tabla 9** muestra valores de elasticidad y cohesividad similares en todos los lotes, pero aun así el lote con mayor cantidad de enzima (E_3) en los dos casos registró los valores más bajos.

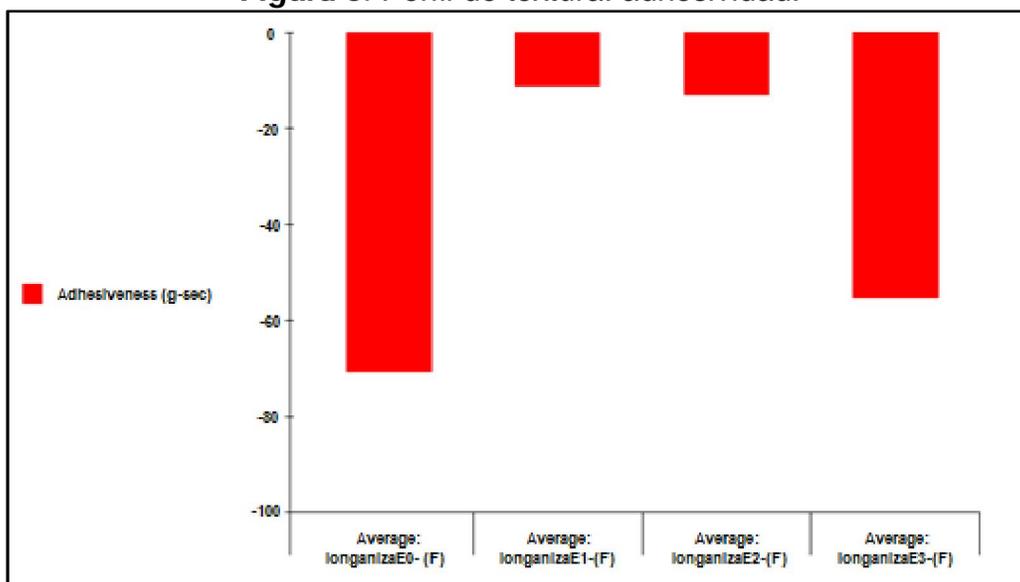
Las **figuras 2, 3, 4, 5 y 6** grafican los parámetros obtenidos en el perfil de textura.

Figura 2. Perfil de textura: dureza.



Fuente: Barón & García, 2012.

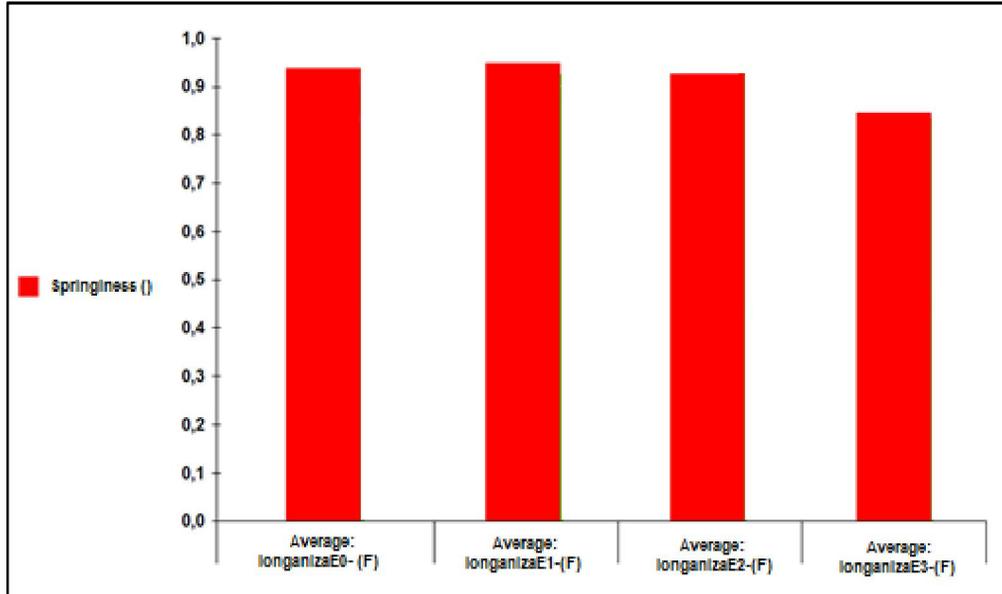
Figura 3. Perfil de textura: adhesividad.



Fuente: Barón & García, 2012.

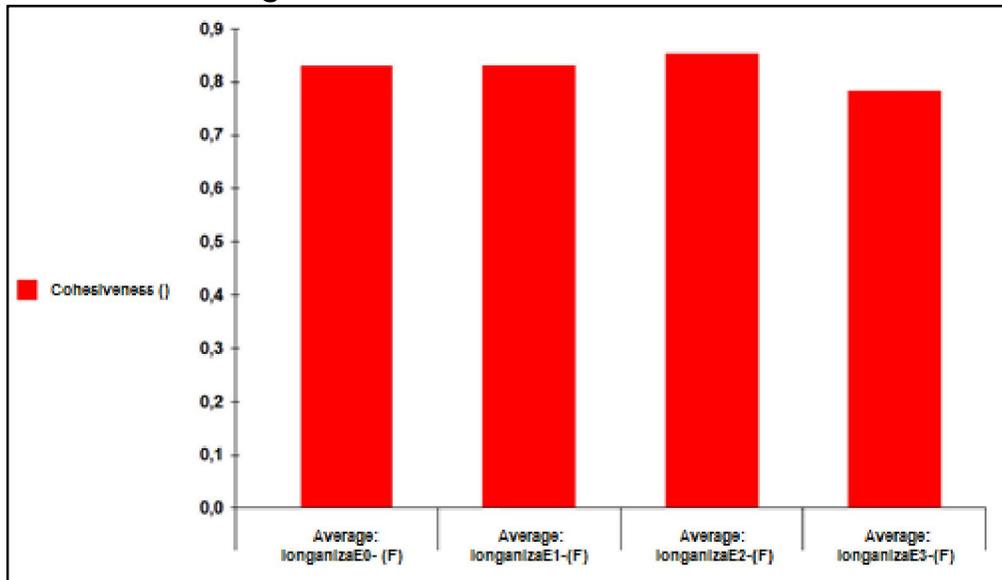


Figura 4. Perfil de textura: elasticidad.



Fuente: Barón & García, 2012.

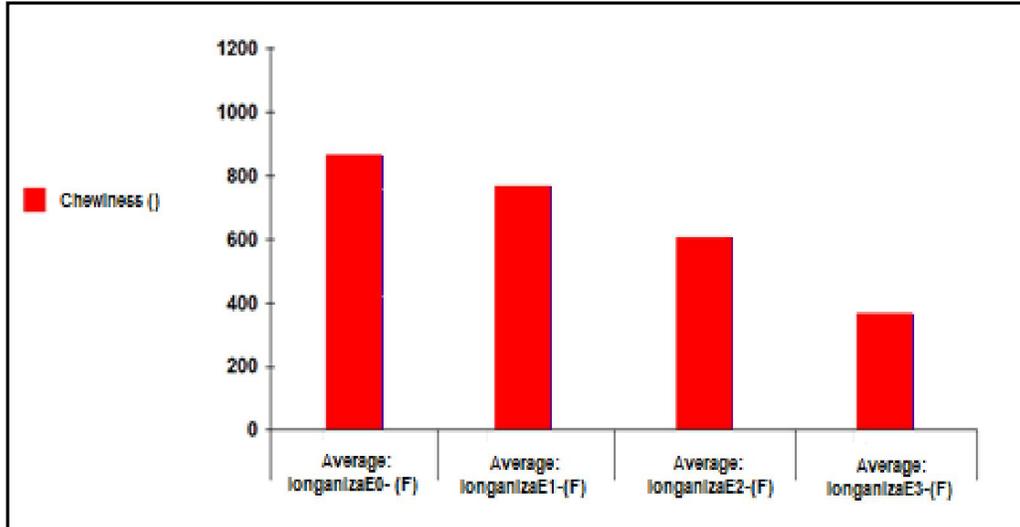
Figura 5. Perfil de textura: cohesividad.



Fuente: Barón & García, 2012.



Figura 6. Perfil de textura: Masticabilidad.



Fuente: Barón & García, 2012.

Al igual que en el seguimiento proteolítico el lote E₃ mostró superioridad en el perfil de textura, destacándose como el lote más “tierno”. Por esta razón se escogió para el desarrollo de la segunda etapa de este trabajo.

5.3 CARACTERIZACIÓN DEL LOTE ELEGIDO COMO LA MEJOR PROTEÓLISIS: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y BROMATOLÓGICOS

Análisis	Resultados
Proteínas %	22,2
Nitrógeno %	3,55
Humedad %	60,81
Grasas %	2,35
CRA %	32,05
pH	5,5

Fuente: Barón & García, 2012.

De acuerdo al porcentaje de proteínas del producto (22,2%) la longaniza puede considerarse según la legislación colombiana (NTC 1325 de 2008) como un producto *Premium*, esta categoría corresponde a productos madurados o fermentados que contienen un porcentaje de proteínas mínimo del 22%.

Se presume que al iniciar el tiempo de almacenamiento debió presentarse un aumento en el porcentaje de humedad causado por la adición de sal y polifosfatos que contribuyen al aumento de la CRA y a la adición del porcentaje de agua



mencionado en la formulación. Sin embargo este análisis se realizó a los tres días posteriores a la adición de la enzima, tiempo durante el cual se presentó un aumento en la cantidad de compuestos de bajo peso molecular lo que produjo una disminución en la proporción de humedad del embutido (Díaz, 1993). Además se debe tener en cuenta que las muestras picadas retienen significativamente menor humedad que las muestras enteras, esta diferencia es esperada pues se produce un daño estructural en el picado (Bouton *et al.*, 1971).

El porcentaje de grasa respecto a la materia prima es producto de la adición de la grasa de cerdo mencionada en la formulación y de la correlación con los porcentajes de humedad, proteína y demás nutrientes de la longaniza.

Se presentó una disminución de 0,4 unidades respecto a la materia prima, similar a los valores registrados por Días (1993) entre el tercer y quinto día de maduración de un salchichón crudo curado. Cuando un producto entra a un proceso de maduración el pH tiende a bajar en la primera etapa (fermentación) y en los días posteriores se mantiene constante para luego aumentar levemente al final de la etapa de maduración (Días, 1993; Dalmaus y Rivera, 2012). Dado que este producto sólo se almacenó durante 3 días se llegó a un pH bajo en relación al de la materia prima.

Se presentó un aumento en la capacidad de retención de agua respecto a la materia prima, favorecido por la adición de polifosfatos y NaCl. Según Honikel (1988) a valores por encima del punto isoeléctrico, el cloruro de sodio a baja concentración incrementa la capacidad de retención de agua, esto se debe a que los iones de Cl⁻ por encima del punto isoeléctrico debilitan las uniones de los grupos de signo contrario de las cadenas de proteínas y llegan a interactuar con los grupos cargados positivamente. Esto lleva consigo un aumento de la carga eléctrica negativa de las moléculas que se repelen entre sí, por lo que la estructura proteica se relaja y se aumenta la CRA. Naveena (2004) mostró un aumento de la CRA en muestras de carne de búfalo tratadas con papaína y *Zingiber officinale roscoe* después de 2 días de almacenamiento, sin embargo hubo una disminución de la CRA en las muestras tratadas con *Cucumis trigonus Roxb.*, respecto de la muestra control.



5.4 SEGUNDA PARTE: DETERMINACION DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y DEL CONTENIDO DE FIBRA SEGÚN LA CONCENTRACIÓN DE UVA

Tabla 11. Resultados del análisis del contenido de fibra y capacidad antioxidante según las concentraciones de uva adicionadas.				
Capacidad antioxidante, mg de malonaldehído/Kg	U₀	U₁	U₂	U₃
3 días	0,08	0,06	0,06	0,05
30 días	0,21	0,18	0,15	0,12
Fibra %	0,62	0,96	1,24	1,42

Fuente: Barón & García, 2012; Barón & García, 2013.

La **Tabla 11** permite establecer una relación directamente proporcional entre las concentraciones de fibra agregadas a las muestras de longaniza (**Tabla 3**) y el porcentaje de fibra dietética total FDT de este producto. Mera (2011) empleó cinco concentraciones de fibra de trigo (0.0, 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0%) en la elaboración de salchicha dietética tipo *vienesa*, con estas concentraciones los resultados del porcentaje de fibra total de las salchichas fueron 0.0, 0.40, 0.70, 1.10, 1.36%, respectivamente. Estos resultados tuvieron un comportamiento similar a los reportados en este trabajo, ratificando que el porcentaje de fibra del producto final depende de la concentración adicionada. Otros autores como Ospina, Restrepo y López (2011) estudiaron la adición de fibra de banano en hamburguesas y obtuvieron valores más elevados de FDT, entre 4 y 8% para hamburguesas con fibra de banano.

De acuerdo con el Comité de Expertos FAO/OMS, la recomendación diaria de fibra dietética total para adultos es de 25g/día, una longaniza (140g) cubre el 8% de estos requerimientos, representando un buen aporte de fibra dietética total que complementa la alimentación diaria.

La **Tabla 11** muestra también el incremento de la oxidación en el tiempo en cada una de las concentraciones de uva, a los 3 y 30 días de la elaboración del producto. Se observa claramente que la actividad antioxidante es dependiente de la concentración del extracto de uva (Katsube *et al*, 2003; Robards *et al*, 1999). Esto se ve reflejado en la proporción inversa que presentan el contenido de uva y los compuestos de degradación metabólica de los peróxidos lipídicos representados en mg de malonaldehído/Kg, en los 3 y los 30 días de almacenamiento. La formación de estos compuestos determinan el nivel de oxidación y la posibilidad de enranciamiento de la longaniza (Ospina, Restrepo y López, 2011; Estepa y Rodenas, 2001). Ospina, Restrepo y López (2011) evaluaron también la capacidad antioxidante de sus hamburguesas, sus resultados indicaron que las muestras que no contenían fibra tuvieron una oxidación de lipídica de 0,59mg de malonaldehído/g a los 30 días de



almacenamiento, a diferencia de las muestras que contenían fibra, cuya oxidación en el mismo tiempo se mantuvo alrededor de 0,48mg de malonaldehído/g, estos valores son más elevados que los de este estudio, que para los lotes con fibra se mantuvieron entre 0,18 y 0,12mg de malonaldehído/Kg en el mismo tiempo. La publicación de Ospina, Restrepo y López (2011) mostró una correlación con este trabajo al reafirmar el efecto de la fibra de sobre la capacidad antioxidante. Sa´yago-Ayerdi, Brenes, Goni (2008) llegaron a la misma conclusión al estudiar el efecto de la fibra de uva sobre la oxidación de los lípidos en carne fresca y hamburguesa.

5.5 ANÁLISIS SENSORIAL

Lote	Apariencia y color	Textura	Sabor y olor	Calidad global
U₀	3,00	3,38	3,95	3,58
U₁	2,80	3,57	3,80	3,53
U₂	2,95	3,61	4,00	3,67
U₃	2,76	4,00	4,09	3,79

Fuente: Barón & García, 2012.

En todos los lotes el color y la apariencia se vieron afectados por la adición de uva debido al oscurecimiento del producto, principalmente en el lote U₃. En este mismo la textura reportó el valor más elevado (4,0 puntos), probablemente porque permite mejorar la CRA por acción capilar, resultados similares se observaron en el trabajo de Mera en salchichas adicionadas con fibra de trigo. En conjunto, la textura fue proporcional a la adición de fibra. De la **Tabla 12** se puede apreciar que los dos lotes con mayor concentración de uva tuvieron un mejor sabor y olor aunque hubo entre ellos una diferencia insignificante. La textura y el sabor y olor permitieron que la calidad global del lote U₃ fuera mayor que el resto de los lotes, aunque fue afectada por la apariencia.

Este análisis prefirió el lote U₃ como el de mejor calidad sensorial y por ende permitió elegirlo como producto final.



5.6 CARACTERIZACION MICROBIOLÓGICA, FÍSICOQUÍMICA Y BROMATOLÓGICA DEL PRODUCTO FINAL

Tabla 13. Resultados del análisis microbiológico realizado al producto final (lote U₃).		
Análisis	Resultado	Especificaciones
Mesófilos aerobios	<240ufc/g	<100000ufc/g
Coliformes totales	110ufc/g	-
Coliformes fecales	0ufc/g	<1100ufc/g
Estafilococos aureus c(+)	<100ufc/g	<100ufc/g
Salmonella sp	Negativo	Negativo

Fuente: Barón & García, 2012.

El producto cumplió con las especificaciones microbiológicas establecidas por la legislación vigente.

Tabla 14. Resultados del análisis fisicoquímico y bromatológico realizados al producto final (lote U₃).	
Análisis	Resultados
Fibra	1,42
Proteínas %	18,12
Nitrógeno %	2,9
Humedad %	63,33
Grasas %	2,0
CRA %	33,05
pH	5,4

Fuente: Barón & García, 2012.

De la **Tabla 14** se puede observar que al adicionar fibra de uva aumentó la proporción de agua pero disminuyó la de proteína y grasa en relación al producto que no contiene fibra (E₃), esto pone de manifiesto el efecto de la formulación en los porcentajes de cada nutriente. El pH, por su parte, no tuvo variación significativa. Estos resultados coincidieron con los de Ospina, Restrepo y López (2011) y Mera (2011).

El aumento de la humedad se atribuye, según Ospina, Restrepo y López (2011) y Solano (2006) al agua adicionada a la formulación y a la capacidad de la fibra para retener agua. Mientras que la disminución en la proporción de proteína y grasa se acusa la incorporación de fibra en la composición proximal.



6 CONCLUSIONES

Los lotes de longaniza a los que se les adicionaron mayores concentraciones de papaína aumentaron progresivamente sus porcentajes de proteínas, siendo E₃ el lote de mejor comportamiento proteolítico.

El lote E₃ presentó menores valores de dureza, elasticidad, cohesividad y masticabilidad, siendo éste el lote con mejores atributos de textura mientras que el lote E₀ obtuvo el mayor valor de adhesividad, por lo que requiere más trabajo para ser retirado de la superficie bucal.

Después de realizar el análisis de fibra a los distintos lotes, se precisa que una longaniza del lote con mayor porcentaje de fibra (U₃) aporta un 8% de los requerimientos diarios de fibra, lo cual representaría una buena fuente de fibra para la alimentación diaria.

La actividad antioxidante a los 3 y 30 días de almacenamiento depende notoriamente de la cantidad de uva que contenga la muestra, los lotes con más extracto de uva fueron los que mejor respuesta antioxidante reflejaron.

Elaborar longanizas con adición del 2% de uva permite mejorar la CRA por acción capilar, ofrece mayor disponibilidad de fibra dietética, menor contenido de grasa y capacidad antioxidante.

Después de haber evaluado la calidad global de los lotes teniendo en cuenta la apariencia y color, textura y sabor y olor, el U₃ fue el preferido por los panelistas.



7. RECOMENDACIONES

Difundir en la comunidad el consumo de este tipo de productos que brinda beneficios para la salud a un bajo costo.



8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFIA

ABE L. *et al.* Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas, 2007; 27(2): 394-400.

ACADEMIA DEL AREA DE PLANTAS PILOTO DE ALIMENTOS. Introducción a la tecnología de alimentos. 2 ed. México: Limusa; 2004. ISBN 968-18-6368-2. 148 p.

ACTON J. y DICK R. Composition of some commercial dry sausage. J. Food Sci. 1976; 41: 971.

ALIMENTOS FUNCIONALES [Anónimo]. [Sitio en internet] Alimentación Sana. Disponible en: <http://alimentacion-sana.com.ar/informaciones/Nutricion/alim.func.htm>. Acceso el 27 de noviembre de 2011.

AMERLING C. Antología: Tecnología de la carne. EUNED; 2001. ISBN: 978-9968-31-108-3. 308 p.

ARANGO M. Calidad industrial de la carne: propiedades funcionales de las proteínas cárnicas. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 1996. 57p.

ARMENTEROS M. Reducción de sodio en lomo y jamón curados: Efecto sobre la proteólisis y las características sensoriales [Tesis doctoral]. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Tecnología de Alimentos; 2010. 268 p.

BADUI S. Química de los alimentos. 4 ed. México: Editorial Pearson; 2006. ISBN: 970-26-0670-5. 648p.

BARBERÁ J. Alimentos funcionales: aproximación a una nueva alimentación. Madrid: Instituto de Nutrición y Trastornos Alimentarios. ISB: 978-84-690-9493-8.

BARTOLI F. y LABALA J. Uso de enzimas en nutrición porcina. [artículo en internet] <http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Materiales/Produccion/Aspectos%20Nutricionales/USO%20DE%20ENZIMAS%20EN%20NUTRICION%20PORCINA.pdf>. [Consulta: 22 de agosto].

BELTRÁN J. *et al.* Effect of stress-induced high postmortem pH on protease activity and tenderness of beef. Meat Sci, 1997; 45(2): 201-207.

BRIONES R. y CORTÉS M. Avances en los estudios científicos y tecnológicos de la hemisfericina: Una nueva proteinasa de interés industrial. En: "Contribuciones a



la Investigación Regional en el Estado de Morelos”, Libro editado por el CRIM-UNAM, p. 425-467.

BOUTON P. y HARRIS P. Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. J. Food Sci, 1971; 36(3): 435-439.

CANETT R. *et al.* Caracterización de galletas elaboradas con cascarilla de orujo de uva. ALAN, 2004; 54(1):93-99.

COLE D. y LAWRIE R. Meat: Proceedings of the twenty first easter school in agricultural science. Livestock Production Science, 1976; 3(3): 203-302.

COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. Decreto 2162 de 1983, agosto 1, por el cual se reglamenta parcialmente el título V de la ley 09 de 1979, en cuanto a producción, procesamiento, transporte y expendio de los productos cárnicos procesados. Bogotá: El Ministerio; 1983.

COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Norma Técnica Colombiana 1325 de 2008, agosto 20. Industrias alimentarias: productos cárnicos procesados no enlatados. Bogotá: ICONTEC; 2008.

CORTÉS M., MUÑOZ J. y BRIONES R. Substrate specificity of a cationic peptidase from *Bromelia hemisphaerica* L. Natural Products Comm. 2008. p. 351-355.

DALMAUS M. y RIVERA D. Elaboración de un embutido crudo fermentado tipo chorizo a base de carne de búfalo con adición de cultivos stárterers [Tesis de grado] Cartagena: Universidad de Cartagena. Facultad de ingeniería; 2012. 82 p.

DÍAZ O. Efectos de la adición de proteasas en el proceso madurativo de los embutidos crudos curados [Tesis de maestría]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 1994. 279p.

ESPAÑA. CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS. VIOQUE J y MILLÁN F. Los hidrolizados proteicos en alimentación: Suplementos alimenticios de gran calidad funcional y nutricional. Sevilla: AGROCSIC; *s.f.*

ESQUIVEL O. Visual evaluations, cooking characteristics and tenderness profiles of ten muscles from *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. [Tesis de maestría] Kansas: Master of Science in Food Sci. Kansas State University; 1994. 344p.

EUROCARNE. Efectos de la fibra de uva en la oxidación lipídica de carne fresca y hamburguesas de pollo. [Sitio en internet] infocarne.com. España. 18 de marzo de 2009; sección noticias ganaderas. Disponible en: http://www.infocarne.com/noticias/enviar_noticia.asp?idn=1212. Acceso el 8 de octubre de 2012.



FAO. Informe de pesca N°538 Suplemento: Tercera consulta de expertos sobre tecnología de productos pesqueros en América Latina. Tomé E., Levy A. y Bello R. ISSN:1014-6547. 1994. FAO. Porlamar, Venezuela.

FERNÁNDEZ J.; *et al.* Application of functional citrus by-products to meat products. Trends in Food Science & Technology, 2004; 15 (3): 176-185.

FERNANDEZ M. Efecto de la adición de lipasa pancreática en la maduración de embutidos crudos curados [Tesis de doctorado]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Facultad de veterinaria, 1993. 237p.

FERNANDEZ P. Enzimas utilizados en la industria alimentaria. [Sitio en internet] El rincón de las ciencias disponible en <http://www.rincondelasciencias.com/enzimas%20en%20industria%20alimentaria.pdf>. Acceso 18 agosto 2012.

FERREIRA DE CASTRO F. Gordura da carne bovina e saude humana. I Parte. Pecuaria de Corte. 1999.

FLANZY C. Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos. 2 ed. Paris: Ediciones Mundi- Prensa; 2003. 805 p.

FUNDACION EROSKI CONSUMER. Las uvas: Dulce y apetecible fruta propia de los meses de otoño e invierno. 2006. [Artículo de internet]. <http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/guia-alimentos/frutas-y-derivados/2004/12/01/112715.php>. Acceso 15 agosto de 2012.

GARCÍA M. *et al.* Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. Meat Sci, 2002; 60(3): 227-236.

GÉLVEZ V. *et al.* Determinación de propiedades fisicoquímicas de la carne de res mediante el uso de enzimas de papaína y bromelina. Alimentech, 2006; 4(2): 41-49.

GENARO A. Remington Farmacia. 20 ed. Buenos Aires: Editorial médica panamericana; 2003. 1389 p.

GONI I. y MARTIN N. In vitro fermentation and hidration properties of commercial Dietary fiber - rich supplements. Nutrition Research, 1998; 18(6): 1077- 1089.

GONZALEZ R., MUÑOZ J. y BRIONES R. Enzymatical hydrolysis of fish protein with mexicain enzyme. En: Proccedings del Eight International Congress of Engineering and Food; Ed. Welti J., Barbosa G. y Aguilera J., 2000: 1915-1919.



EJOINT FAO/WHO FOOD STANDARDS PROGRAMME CODEX COMMITTEE ON NUTRITION AND FOODS FOR SPECIAL DIETARY USES. 29th Session-2007.

ESTEPA V., RÓDENAS S. y MARTÍN M. Optimización de un método para la determinación de la peroxidación lipídica en suero humano. *Anal Real Acad. Farm.*, 2001; 67(3): 447-462.

GOUPY P., HUGUES M. y BOIVIN P. Antioxidant composition and activity of barley (*Hordeum vulgare*) and malt extracts and of isolated phenolic compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1990; 79(12): 1625-1634.

GUERRERO I. Productos cárnicos. En: GARCÍA M., QUINTERO R. y LÓPEZ A. *Biología alimentaria*. México: Editorial LIMUSA; 2004. ISBN 968-18-4522-6. 636 p.

HAMM R. Functional properties of the myofibrillar system and their measurements. *Muscle as Food*. Academic Press, Inc. 1986.

HERRERA C. *et al.* Química de alimentos: manual de laboratorio. 1 ed. San José: Editorial de la Universidad de Costa Rica; 2003. p 77. ISBN: 9977- 67-785-9. 96p.

HLEAP J. y MOLINA A. Manual de transferencia tecnológica : Proceso de elaboración de salchichas a partir de tilapia roja (*Oreochromis sp*) con adición de almidón de sagú (*Maranta arundinacea*). Palmira: Universidad nacional de Colombia; 2008.

HONIKEL K. Capacidad de fijación de agua en la carne. En: *Fleisch Wirtschaft* (Alemania), 1988.

HUERTA N, CROSS H, SAVELL J, LUNT D, BAKER J, PELTON L, SMITH S. Comparison of the Fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue from mature Brahman and Hereford cows. *Journal of Animal Science*, 1993; 71(3): 625-630.

JIMÉNEZ F. Estrategias tecnológicas de optimización de componentes para el desarrollo de productos cárnicos funcionales. En: *Fundación Española de Nutrición. Derivados cárnicos funcionales: estrategias y perspectivas*. Madrid : FEM, 2005. p. 65- 76.

JOSAMI F. y SESELOVSKY, R. Uso de la transglutaminasa en la industria alimentaria: elaboración de carne reconstituida. *Redalcy*, 2003; 6(010): 157- 164.

KATSUBE N. *et al.* Induction of apoptosis in cancer cells by bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and the anthocyanins. *J. Agric. Food Chem.*, 2003; 51(1): 68-75.



KUSKOSKI M. *et al.* Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas, 2005; 25(4): 726-732.

LANTEROS, I. Curso Internacional Química y Bioquímica de la Carne y de los productos Cárnicos. Memorias. s.1. : Universidad Nacional de Colombia. [Artículo de internet]
http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/file.php/424/Memorias_carne_y_productos_carnicos.pdf [consulta: 1 de noviembre de 2011].

LAUBER S., HENLE T. y KLOSTERMEYER H. Relation ship between the cross linking of caseins by transglutaminase and the gel strength of yoghurt. Eur Food Res Tech 2000; 210(5): 305-309.

LEE, S., PROSKY, L. y DE VRIES, J. Determination of total, soluble, and insoluble dietary fiber in foods- enzymatic- gravimetic methods, MES-TRIS buffer: collaborative Study. Journal of A.O.A.C: International 1992.

LÓPEZ, C. et al: Fundación Española de Nutrición. Derivados cárnicos funcionales: estrategias y perspectivas. Madrid: FEM al. Estrategias genéticas y nutricionales en la modificación de la composición de la carne., 2005. p. 55- 64

MEDINA, I.; TORRES, J. y NÚÑEZ, M. Procesos para la obtención de aditivos alimentarios a partir de residuos de la industria agroalimentaria gallega. Barcelona: AGROCSIC; 2005. ISSN: 1577-5917.

MENDIOLA, J. *et al.* Diseño de nuevos antioxidantes de origen vegetal para la industria cárnica empleando métodos quimiométricos. En: Congreso virtual iberoamericano 2009 (5: 1 febrero- 15 junio, 2009)

MERA E. Utilización de fibra de trigo en la elaboración de salchichas dietéticas tipo *vienesa* [Tesis de grado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2011.

MOODIE, P. Enzimas Tradicionales para la Industria Panificadora: Proteasas. Enzyme Development Corporation. New York, 2001.

MINH H. *et al.* Characterisation of commercial papain, bromelain, actinidin and zingibainprotease preparations and their activities toward meat proteins. Food Chem, 2012; 134 (2012) 95–105.

MOREIRAS O, CARBAJAL A, CABRERA L, CUADRADO C (1999) Tabla de composición de Alimentos. 12 ed. Madrid: Ediciones Pirámide S.A; 2008. ISBN: 978-84-368-2182-6.



NAVEENA B., MENDIRATTA S. y ANJANEYULU A. Tenderization of buffalo meat using plant proteases from *Cucumis trigonus Roxb* (Kachri) and *Zingiber officinale roscoe* (Ginger rhizome). *Meat Sci.* 2004; 68 (2004) 363–369.

NICARAGUA. MINISTERIO DE FOMENTO, INDUSTRIA Y COMERCIO. DIRECCIÓN DE POLÍTICAS COMERCIALES EXTERNAS. Informe especial embutidos y carnes frías: Managua: El Ministerio, 2008.

OFFER G. y TRINICK J. On the mechanism of water-holding in meat: The swelling and shrinking of myofibrils. *Meat Sci.* 1983; 8(4): 245-381.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. Departamento de agricultura y protección al consumidor: Carne y Productos Cárnicos. 2009. [Sitio en internet] FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/AG/AGAINFO/themes/es/meat/home.html>. Acceso 15 julio de 2012

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. División de Infraestructura Rural y Agroindustrias: Grupos de productos cárnicos. [Sitio en internet] FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/ags/industrias-agroalimentarias/carne-y-leche/grupos-de-productos-carnicos/es/>. Acceso 20 julio de 2012

OSBORNE D. y VOOGT P. Análisis de los nutrientes de los alimentos. Zaragoza, España: Ed. Acribia S.A. 1986.

OSPINA S. *et al.* Caracterización Microbiológica y Bromatológica de Hamburguesas Bajas en Grasa con Adición de Fibra de Banano Verde Integro. *Rev Fac Nal Agr Medellín*, 2011; 64(1): 5993-6005.

PULLA P. Curso: procesos agroindustriales III : Embutidos crudos y cocidos. Puerto Maldonado: Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios; 2010.

QUIROGA G. y HUMBERTO J. Curso virtual: aditivos de uso en procesamiento de carnes. En: industrias cárnicas. Universidad Nacional de Colombia; 2005. Disponible en: http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2001819/docs_curso/contenido.html. Acceso 23 agosto de 2012.

RAMÍREZ G. Estudio de la carne. Medellín: Universidad de Antioquia; 2009. [Artículo en línea] http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/file.php/424/Carne_y_derivados2009. Acceso 1 agosto de 2012.

RANKEN M. Manual de industrias de la carne. Madrid: Mundi-Prensa; 2003. ISBN: 84-8476-152-5. 201 p.



ROBARDS K., *et al.* Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. Food Chem, 1999; 66(4): 401-436.

SÁENZ C., ESTÉVEZ A. y SANHUEZA S. Utilización de residuos de la industria de jugos de naranja como fuente de fibra dietética en la elaboración de alimentos. ALAN, 2007; 57(2): 186-191.

SÁNCHEZ F. Nuevos alimentos: Realidad y perspectivas de la carne y sus derivados como alimentos funcionales. En: Fundación Española de Nutrición. Derivados cárnicos funcionales: estrategias y perspectivas. Madrid: FEM, 2005. p. 43- 54.

SANCHEZ M. Procesos de elaboración de alimentos y bebidas. Madrid: Editorial Mundi-Prensa; 2003. ISBN: 84- 8476-129-0. 525 p.

SERRANO M. Desarrollo de reestructurados cárnicos potencialmente funcionales mediante la incorporación de nuez [Tesis doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Facultad de farmacia. Departamento de nutrición y bromatología I, 2006. 225p.

SORIANO J. Nutrición básica humana. Ed. Univetsitat de Valencia; 2006. ISBN: 978-84-370.

THE INTERNATIONAL UNION OF BIOCHEMISTRY AND MOLECULAR BIOLOGY ENZYME NOMENCLATURE. [Sitio en internet] IUBMB. Disponible en <http://www.iubmb.org/index.php?id=8>. Acceso 22 agosto 2012.

TORRES J. Evaluación de la actividad antioxidante de los extractos de cáscaras de banano (*Musa cavendish*) en un producto cárnico (chorizo mixto). Alimentech, 2006; 4(2): 5- 17.

UNION EUROPEA. Reglamento (Ce) No 1331/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, diciembre 16, por el que se establece un procedimiento de autorización común para los aditivos, las enzimas y los aromas alimentarios Estrasburgo: El parlamento; 2008.

UNION EUROPEA. Reglamento (Ce) No 1332/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, diciembre 16, sobre enzimas alimentarias y por el que se modifican la Directiva 83/417/CEE del Consejo, el Reglamento (CE) No 1493/1999 del Consejo, la Directiva 2000/13/CE, la Directiva 2001/112/CE del Consejo y el Reglamento (CE) No 258/97. Estrasburgo: El parlamento; 2008.

UZCÁTEGUI S y JEREZ N. Factores que afectan la actividad de las proteasas dependientes del calcio y su relación con el proceso de ablandamiento de la carne. Arch. Latioam. Prod. Anim. 16(3): 177- 186.



VARNAM A. y SUTHERLAND J. Carne y productos cárnicos : tecnología, química y microbiología. Zaragoza: Editorial Acribia; 1998. ISBN: 84-200-0847-8. 438 p.

VENEGAS O. y VALLADARES C. Clasificación de los productos cárnicos. Rev Cubana AlimentNutr, 1999; 13(1): 63-67.

VENTANAS J. Tecnología del jamón ibérico: de los sistemas tradicionales a la explotación racional del sabor y el aroma. Ed. Mundi- prensa. Madrid; 2000. ISBN: 84-7114-944-3. 513p.

VERA R. Análisis comparativo de la composición lipídica de cortes comerciales de carne vacuna provenientes de carnes [Artículo en internet], 2008. <http://www.carnesandessur.cl/WEB/inftecnica/COMPOSICION%20LIPIDICA.pdf>. Acceso 10 enero de 2013.

RESTREPO D., ARANGO C., AMEZQUITA A., y RESTREPO R. Industrias de la carne. Bogota: Ed. Universidad Nacional de Colombia; 2001. ISBN: 9352-30-8.

TOLDRA F. Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products. Meat Sci, 1998; 49(1): 101-110.

VIOQUE, J y MILLÁN, F. Los hidrolizados proteicos en alimentación: Suplementos alimenticios de gran calidad funcional y nutricional. Sevilla: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, (2001).

WEISS J. *et al*. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. Meat Sci, 2010; 86(2010):196-213.

YILMAZ I. Effects of rye bran addition on fatty acid composition and quality characteristics of low-fat meatballs. Meat Sci. 2004; 67(2): 245-249.



EFFECTOS DE LA ADICIÓN DE LA PROTEASA PAPAÍNA DE *Carica papaya* Y FIBRA DE UVA
(*Vitis vinífera*) EN LONGANIZAS CRUDAS

ANEXOS



ANEXO 1: Picado de material prima



Fuente: Barón & García, 2012.

ANEXO 2: Pesaje de material prima e ingredientes



Fuente: Barón & García, 2012.



ANEXO 3: Ingredientes



Fuente: Barón & García, 2012.

ANEXO 4: Mezclado



Fuente: Barón & García, 2012.



ANEXO 5: Embutido



Fuente: Barón & García, 2012.

ANEXO 6: Producto final



Fuente: Barón & García, 2012.

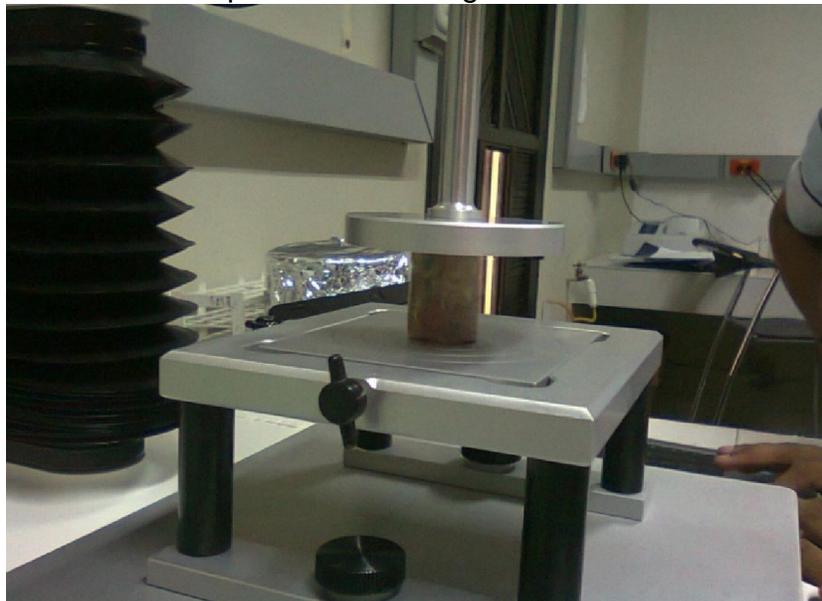


ANEXO 7: Texturómetro TA.XT Plus Texture Analyser



Fuente: Barón & García, 2012.

ANEXO 8: Compresión de la longaniza en el texturómetro.



Fuente: Barón & García, 2012.



ANEXO 9: Enzima papaína de *Carica papaya*, nombre comercial Corolase L10.



Fuente: Barón & García, 2012.