

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.

UTILIZACIÓN DE PURÉ DE MANZANA EN LA ELABORACIÓN DE BOLONIA BAJA EN GRASA Y ESTUDIO DE SU CALIDAD

Por

ARMIDA SANCHEZ ESCALANTE

TESIS APROBADA POR LA

DIRECCION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE LOS ALIMENTOS,
CIAB, A. C.,
CORAO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE

R' JOL. S. 1997
joc; r/ 000

MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD
EN NUTRICION Y ALIMENTOS

CONTENIDO

	Página
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INDICE DE CUADROS.	xii
RESUMEN.....	xiv
INTRODUCCION.....	1
ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS.	5
Fundamentos del Procesado de la Carne.....	5
Productos Embutidos.....	6
Bologna.....	8
Composición y Valor Nutritivo de la Carne y Productos.....	10
Agua.....	10
Proteínas.....	12
Vitaminas.....	12
Minerales.....	13
Carbohidratos.....	13
Lípidos.....	13
Consumo de Grasa y su Relación con la Salud.....	16
Consumo de Alimentos Bajos en Grasa.....	18
Consumo de Carne y Productos Cárnicos.....	20
Productos Cárnicos Bajos en Grasa.....	21
Desarrollo de Nuevos Productos	22
Función de la Grasa.	24
Ingredientes Utilizados Para Reducir Grasa en Productos Cárnicos.	26
Adición de Agua.....	26
Proteínas.....	29
Carbohidratos.....	31
Manzana.....	35
Generalidades	35
Composición Química.....	36
Cultivo, Producción y Consumo de Manzana.....	37
Variedades <i>Anna</i> y <i>Dorsett Golden</i>	38
Productos de Manzana.....	40
Puré de Manzana.....	41

CONTENIDO (Continuación)

	Página
Utilización de Manzana en Nuevos Productos	42
Etiquetado Nutricional.....	44
MATERIALES Y METODOS.....	52
Primera Parte.....	52
Materia Prima.....	52
Elaboración de Puré de Manzana	53
Procedimiento.....	53
Elaboración de BOLONIA.....	54
Procedimiento.....	54
Evaluación de los Purés.....	56
Evaluación Fisicoquímica.....	56
Acidez titulable.....	56
pH.....	56
Sólidos solubles totales.....	58
Evaluación Química de los Purés.....	58
Composición proximal.....	58
Fibra dietaria.....	59
Evaluación de la Calidad de las BOLONIAS.....	59
Parámetros Tecnológicos.....	59
Rendimiento de cocción.....	59
Pérdida de agua durante almacenamiento.....	59
Evaluación Física de las BOLONIAS.....	60
Textura.....	60
Color.....	61
Evaluación Fisicoquímica de las BOLONIAS.....	62
Evaluación Química de las BOLONIAS.....	62
Composición proximal.....	62
Fibra dietaria total.....	63
Evaluación Sensorial de las BOLONIAS.....	63
Segunda Parte.....	64
Materia Prima	65
Elaboración de Puré de Manzana.....	66
Evaluación de Materia Prima.....	66
Elaboración de BOLONIA.....	66
Procedimiento.....	67
Evaluación de la Calidad de las BOLONIAS.....	69

CONTENIDO (Continuación)

	Página
Parámetros Tecnológicos	69
Rendimiento de cocción.....	69
Pérdida de agua durante el almacenamiento.....	69
Evaluación Física de las Bolonias.....	69
Textura.....	69
Color.....	70
Evaluación Fisicoquímica de las Bolonias.....	70
Evaluación Química de las Bolonias.....	70
Composición Proximal ,	70
Evaluación Sensorial.....	71
Etiquetado Nutricional del Producto.....	71
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	72
RESULTADOS Y DISCUSION.....	73
Primera Parte.....	73
Parámetros Fisicoquímicos de los Purés.....	73
Composición Química de los Purés.....	75
Evaluación de la Calidad de las Bolonias.....	77
Parámetros Tecnológicos	77
Rendimiento de cocción.....	77
Pérdida de agua durante el almacenamiento.....	78
Evaluación Física de las Bolonias.....	81
Textura.....	81
Color.....	83
Evaluación Química de las Bolonias.....	85
Composición proximal.....	85
Fibra dietaria total.....	89
Evaluación Fisicoquímica de las Bolonias ,	89
Evaluación Sensorial de las Bolonias.....	89
Segunda Parte.	95
Evaluación de la Calidad de las Bolonias	96
Parámetros Tecnológicos.....	96
Rendimiento de cocción.....	96
Pérdida de agua durante el almacenamiento.....	97

CONTENIDO (Continuación)

	Página
Evaluación Física de las Bolonias.....	100
Textura.....	100
Color.....	104
Evaluación Química de las Bolonias	109
Composición Proximal.....	109
Evaluación Fisicoquímica de las Bolonias.....	115
Evaluación Sensorial de las Bolonias.....	115
Contenido de Nutrientes de las Formulaciones....	118
Etiquetado Nutricional de las Bolonias.....	121
CONCLUSIONES.....	128
ANEXOS	132
REFERENCIAS.....	143

INDICE DE FIGURAS

	Página
1.- Pérdida de Peso (%) por Purga durante Almacenamiento en Refrigeración (0-2°C) por 24 Días de Bolonias Control y Bajas en Grasa con Puré de Manzana Variedades <i>Anna</i> y <i>Dorsett Golden</i>	79
2.- Pérdida de Peso (%) por Purga durante Almacenamiento en Refrigeración (0-2°C) por 24 Días de Bolonias Control y Bajas en Grasa con Puré de Manzana Variedad <i>Dorsett Golden</i>	98
3.- Modelo de Etiqueta Nutricional de la Fórmula I de Bolonia Reducida en Grasa (9.9%) con Puré de Manzana Variedad <i>Dorsett Golden</i>	123
4.- Modelo de Etiqueta Nutricional de la Fórmula II de Bolonia Reducida en Grasa (8.3%) con Puré de Manzana Variedad <i>Dorsett Golden</i>	124

INDICE DE CUADROS

	Página
1.- Composición del Tejido Muscular de Diferentes Especies	11
2.- Términos Utilizados en el Contenido de Nutrientes para Alimentos Reducidos en Grasa	46
3.- Requerimientos para Declaración Permitida en Etiquetados	47
4.- Cálculos de Contenido de Grasa (100g de Producto)	48
5.- Programa de Proceso Térmico para Bolonias	57
6.- Parámetros Físicoquímicos de Puré de Manzana Variedades Anna y Dorsett Golden	74
7.- Composición Química de Purés de Manzana de Variedades Anna y Dorsett Golden	76
8.- Parámetros de Textura de Boloña con Puré de Manzana Variedades Anna y Dorsett Golden	82
9.- Parámetros de Color de Boloña con Puré de Manzana Variedades Anna y Dorsett Golden	84
10.- Composición Química y pH de Bolonias con Puré de Manzana Variedades Anna y Dorsett Golden	85
11.- Medias de Calificación Sensorial para Olor y Sabor de Bolonias con Puré y Comerciales	90
12.- Medias de Calificación Sensorial para Textura Apariencia y Color de Bolonias con Puré y Comerciales	93
13.- Parámetros de Textura de Bolonias Bajas en Grasa con Puré de Manzana Var. Dorsett Golden y Comerciales	101

INDICE DE CUADROS (Continuación)

		Página
14.-	Parámetros de Color de Bolonias Bajas en Grasa con Puré de Manzana Var. <i>Dorsett Golden</i> y Comerciales	105
15.-	Composición Química y pH de BOLONIA Baja en Grasa con Puré de Manzana Var. <i>Dorsett Golden</i> y Comerciales	110
16.-	Medias de Calificación Sensorial para Textura, Sabor, Jugosidad, Color y Aceptación General de BOLONIA Baja en Grasa con Puré de Manzana y Comerciales	116
17.-	Contenido de Nutrimientos de las Bolonias Reducidas en Grasa con Puré de la Variedad <i>Dorsett Golden</i> y Referencias de México y Estados Unidos	119
18.-	Composición Química de la Pierna de Cerdo y de la CPDM Utilizada en la Elaboración de Bolonias Reducidas en Grasa con Puré de Manzana de la Variedad <i>Dorsett Golden</i>	125

RESUMEN

La demanda de la población por productos cárnicos reducidos en contenido de grasa y colesterol se ha incrementado considerablemente durante los últimos años. Ante esta necesidad, la industria cárnica necesita contar con nuevas opciones tecnológicas capaces de adaptarse de manera sencilla a los procesos de producción tradicionales. Las investigaciones actuales deben encaminarse hacia el desarrollo de productos que satisfagan dichas necesidades, y que además, permitan utilizar recursos naturales que son desaprovechados como son algunas especies vegetales, entre las que se encuentran las variedades de manzana Anna y Dorsett Golden, utilizadas en este trabajo.

El presente estudio se llevó a cabo en dos etapas: la primera tuvo como objetivo desarrollar un producto tipo bolonia utilizando 15% de puré de manzana de las variedades Anna y Dorsett Golden, substituyendo parcialmente la grasa que se incluye en este tipo de productos. En la segunda etapa se desarrolló el mismo tipo de producto, sólo que además del 15% de puré de manzana se incluyeron aislado de proteína de soya (5 y 2%) y almidón (2 y 7%), con lo que se obtuvieron dos productos, Fórmula I y II, a fin de substituir la grasa adicionada en la fórmula.

En la primera parte del estudio, el producto se elaboró con carne de pavo deshuesada médicamente y espaldilla de cerdo, mientras que en la **segunda** se usó una pierna de cerdo para reducir al máximo la grasa que aporta la carne.

Los purés se elaboraron sólo una vez para realizar ambas etapas, se congelaron y antes de ctitizarlos en la bolona se evaluaron los sólidos solubles, acidez titulable, pH, la composición química proximal y la fibra dietaria. También a las bolonas de cada parte del estudio, se les evaluó química, física y sensorialmente. considerando composición química, textura, color, rendimiento de cocción y la pérdida de peso durante el almacenamiento a 2°C por 24 días.

Los purés de manzana sólo fueron diferentes (p < 0.05) en contenido de humedad, fibra dietaria soluble, sólidos solubles y sólidos solubles/acididad. La humedad en el puré de la variedad *Anna* fue mayor, 86.67%, que el *Dorset Golden* que tuvo un 85.28%. La fibra dietaria soluble en el puré de *Anna* fue menor, 16%, que el de *Dorset Golden* que presentó un contenido de 28%. Los sólidos solubles en el puré *Dorset Golden* fueron mayores, 13.22%, comparados con los de *Anna*, cuyo porcentaje fue de 12.43. La relación sólidos solubles/acididad titulable del puré de manzana *Anna* fue menor, 18.26, que para el de *Dorset Golden*, 16.93.

En la primera parte del estudio, la adición de manzana no afectó ($p > 0.05$) el rendimiento de cocción de las bolonias ya que presentaron resultados similares al control, el cual tuvo un rendimiento de 95%. Sin embargo, la presencia del puré sí tuvo efecto ($p < 0.05$) sobre la pérdida de peso durante el almacenamiento, las bolonias con puré de manzana perdieron mayor peso que el control. También la variedad afectó ($p < 0.05$) la pérdida de peso, la bolonia con *Oorsett Golden* perdió menor cantidad de agua durante el almacenamiento.

Se presentaron diferencias ($p < 0.05$) entre la bolonia control y con puré en los parámetros químicos de humedad y grasa. La presencia de puré aumentó la humedad en las bolonias, de 56% en el control hasta 63% en bolonias con puré; y se logró una reducción de 25% en la grasa respecto al control que tuvo 25%, mientras que las bolonias con puré contenían 19%.

Sólo el valor L se vio afectado ($p < 0.05$) por la presencia de puré. Este valor disminuyó obscureciendo ligeramente los productos con manzana.

Ninguno de los parámetros de textura presentaron efecto ($p > 0.05$) por la adición de puré de manzana. La textura de las bolonias con puré no fue diferente al control.

En la evaluación sensorial se obtuvieron diferencias ($p < 0.05$) con respecto al control y bolonias comerciales en el sabor debido a que los integrantes del panel percibieron mayor intensidad en el sabor dulce en las

bolonias que contenían puré de manzana. También detectaron diferencias ($p < 0.05$) en la apariencia de los productos con respecto al control y comerciales por la presencia de partículas extrañas, que probablemente provinieran de las especias y del puré de manzana. Sin embargo, en aceptabilidad general no existieron diferencias entre los productos.

En la segunda parte del estudio no existieron diferencias ($p > 0.05$) en el rendimiento de cocción de los productos de ambas fórmulas con puré de manzana, proteína de soya y almidón, estos fueron de 95%. La pérdida de peso en el almacenamiento a 2°C por 24 días fue mayor en la Fórmula 11, 1.5%, que en la Fórmula 1, la cual fue de 0.91%.

Todos los parámetros químicos evaluados presentaron diferencias ($p < 0.05$) respecto a los productos comerciales importado y nacional. La humedad de las bolonias con manzana e ingredientes no cárnicos fue mayor. 65.41 y 66%, respectivamente para las Fórmulas 1 y 11 que para las bolonias comerciales, las cuales tuvieron 46.87 y 59.80%. El contenido de grasa de las Fórmulas 1 y 11 (8.28 y 9.00%) fue significativamente ($p < 0.05$) más bajo que el control (25%) y los productos comerciales (28 y 158%). La cantidad de proteína en las bolonias también resultó ser diferente ($p < 0.05$), la Fórmula 1 tuvo el contenido más alto de las evaluadas.

Respecto a la textura medida en Instron, los ingredientes no cárnicos afectaron ($p < 0.05$) la textura de las bolonias, ambas fórmulas fueron más firmes

que el control. Sin embargo, la Fórmula 1 fue similar a la bolonía comercial de marca nacional.

Las dos bolonías bajas en grasa resultaron tener un color más claro ($p < 0.05$) que el control y las bolonías comerciales, pero también entre ellas fueron diferentes. En los parámetros a , b y ángulo de h^*ab se observaron diferencias ($p < 0.05$), presentando valores de a marcadamente más bajos que los productos comerciales y el control.

En la evaluación sensorial, el nivel de asado de proteína de soya y de almidón presentó efecto ($p < 0.05$) sobre la textura, sabor y jugosidad, pero no sobre el color y la aceptabilidad general. Ambas fórmulas fueron diferentes ($p < 0.05$) a los productos comerciales en los parámetros evaluados exceptuando el sabor, ya que la Fórmula 1 fue igual al de la bolonía importada. Aunque la aceptabilidad general entre las dos bolonías bajas en grasa y las comerciales fue diferente ($p < 0.05$), la media de calificación indicó una tendencia de aceptación similar.

La utilización de puré de manzana de la variedad *Dorset Golden* permitió el desarrollo de productos tipo bolonía que de acuerdo a la composición de etiqueta nutricional se clasificaron como "reducidos en grasa".

INTRODUCCION

El estudio de la dieta sonoreense ha revelado que en los hábitos alimenticios de su población la carne y productos cármicos se encuentran incluidos en buena proporción, participando con aproximadamente el 50% de la dieta y correspondiendo el porcentaje restante a los alimentos de origen vegetal (Ballesteros, 1989; Hoyos, 1991).

Un punto importante en la evaluación de la dieta ha sido el conocimiento de que del total de la energía consumida, el 36% proviene de la grasa, situación que la coloca como una dieta alta en grasa (Cabrera, 1996).

Actualmente los médicos y nutriólogos recomiendan a la población disminuir el consumo de calorías provenientes de grasa y carbohidratos, y entre los alimentos que se sugiere se reduzca su consumo, se encuentran la carne y los productos cármicos. Otro componente dietario que también se recomienda reducir es la sal.

En los últimos años, la industria de la carne se ha preocupado por desarrollar productos especiales que involucren una disminución en su contenido de grasa y ante este panorama ha surgido la necesidad de buscar alternativas en cuanto al tipo de ingredientes que puedan utilizarse como sustitutos de grasa.

La inclusión de sustitutos de grasa en la formulación de productos emulsionados presenta una serie de dificultades técnicas ya que la grasa influye en las características sensoriales y de textura del producto (Sofos y Allen, 1977; Lee *et al.*, 1987; Claus *et al.*, 1989, 1990; Ahmed *et al.*, 1990; Cavestany *et al.*, 1994). Además, estos productos deben cumplir con los estándares de calidad, normas de identificación y regulaciones sanitarias (Flores, 1977). Entre los productos cárnicos, la bolonia resulta ser una buena alternativa debido a que es uno de los de mayor consumo en el estado de Sonora (Esparza y Domínguez, 1983; Ballesteros, 1989).

Para formular este tipo de productos cárnicos con bajo contenido de grasa se han utilizado una gran variedad de ingredientes tales como: agua, proteínas de soya, carrageninas, almidones modificados, fibras de avena, hidrolizados de plasma, maltodextrinas y aceites vegetales, además de modificar ciertos procesos de elaboración de los productos como el masajeado y la premezcla de ingredientes (Giese, 1992).

En los productos en los que se ha adicionado agua, los resultados más sobresalientes indican la presencia de altos niveles de humedad, mientras que en los que en los que se han adicionado ingredientes de origen no cárnico se han obtenido productos con baja capacidad para unir agua, de textura muy firme y seca y en algunas ocasiones de poca aceptación sensorial (Egbert *et al.*, 1991).

La utilización de manzana en la elaboración de productos cárnicos representa una alternativa importante a tomar en cuenta, pues en los pocos estudios realizados en los que se ha incluido como ingrediente los resultados son alentadores. Los productos obtenidos son reestructurados de cerdo los cuales resultaron estables en color durante el almacenamiento y con buena aceptación por parte de los consumidores. Además, se logró disminuir el contenido de grasa a un 15% en salchichas de puerco que regularmente contienen 30-40% (Marriott *et al.*, 1986, 1988; Unifruit, 1988; Prijatna *et al.*, 1995).

En México, la producción de manzana ocupa un sexto lugar, con el 4.2% del volumen total de los productos frutícolas. Además, es uno de los frutos más consumidos, con un total de 6.5 Kg por persona al año. Entre las variedades que más se cultivan en México destacan *Golden Delicious*, *Red Delicious*, *Rome Beauty* y *Dorsett Golden* (Olvera y Ochoa, 1995).

Existen variedades como la *Anna* y *Dorsett Golden* que por sus características físicas no se consumen en fresco, sino que son enviadas a la industria para ser procesadas en forma de puré, jugos o papillas, y competir con otras variedades. Esto ha traído como consecuencia la baja rentabilidad de producción de estas dos variedades (Tapia, 1991).

Debido pues, a esta situación en la que por un lado existe la necesidad de tener productos alternativos enfocados a ayudar a tener una dieta con

menor contenido de grasa, así como también al hecho de que se pueden utilizar alimentos que por sus características físicas no son consumidos en fresco, en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- a) Desarrollar un producto tipo bolonia con 15% de puré de manzana utilizando las variedades *Anna* y *Dorsett Golden*, en sustitución parcial de la grasa adicionada en la formulación para evaluar aspectos de su calidad química, física y sensorial en función de la variedad de manzana con respecto a un producto control.

- b) Desarrollar un producto tipo bolonia con 15% de puré de manzana utilizando la variedad *Dorsett Golden* eliminando la grasa incluida en la formulación y adicionando dos ingredientes modificadores de textura y retenedores de humedad como proteína de soya y almidón, para evaluar su calidad química, física y sensorial con respecto a dos productos control de origen comercial y obtener un prototipo de etiqueta nutricional.

ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

Fundamentos del Procesado de la Carne

Los productos cárnicos se definen como aquellos en los que se han modificado las propiedades de la carne fresca mediante el empleo de una o más técnicas, tales como el picado, adición de condimentos, modificación del color o tratamiento térmico (Forrest *et al.*, 1979).

El fundamento original para el procesado de la carne fue su preservación por inhibición de la descomposición microbiana. Con los avances tecnológicos en los procesos de conservación, los procesadores de la carne dejaron de hacer uso de la preservación de los productos con altas concentraciones de sal o desecación; experimentaron su conservación con niveles más bajos de sal y con una humedad mayor en el producto final, así como también nuevos ingredientes y condimentos, creando de esta manera nuevos productos procesados (Pearson y Tauber, 1984).

Algunas de las razones que explican o justifican la preparación de productos cárnicos procesados modernos, además de conservar la carne, son desarrollar nuevos productos y con ello disponer de una gran variedad de los mismos con aromas y formas diferentes.

Las carnes procesadas son alimentos convenientes, versátiles y completos, que contribuyen positivamente a la dieta proporcionando una excelente fuente de proteína digestible de alta calidad (en cantidad y proporción de aminoácidos esenciales), vitaminas hidrosolubles (complejo B), vitaminas liposolubles (A, D, E, K), minerales (Fe, Zn), y ácidos grasos esenciales (Claus *et al.*, 1994).

Entre las carnes procesadas pueden considerarse los embutidos (crudos y cocidos), jamones, tocinos, productos reestructurados, productos enlatados, etc. Todos estos productos pueden ser elaborados a partir de res, puerco, cordero, pollo, pavo y pescado (Claus *et al.*, 1994).

Productos Embutidos

En general, los embutidos que también se conocen con el nombre genérico de salchichas, son una mezcla de carne con la adición de sal, sustancias curantes, azúcar, condimentos y aditivos; todo ello introducido en tripas naturales o artificiales (Coretti, 1971).

Los embutidos, han evolucionado lentamente a partir de la salazón y desecación de las carnes frescas. El sabor, la textura y las formas características de los diferentes embutidos que actualmente se conocen surgieron a consecuencia de variaciones en los procesos de elaboración, impuestos por diferencias geográficas en la disponibilidad de materia prima y

en las condiciones climáticas (Price y Schweigert, 1976). Este tipo de productos presentan la ventaja de que se puede variar la adición de carne y otros ingredientes que los componen, con el fin de proporcionar diferentes sabores o determinadas características de composición (Henrickson, 1978).

Los embutidos pueden ser clasificados de acuerdo al método utilizado en su elaboración: curado, tamaño de partícula o grado de picado, composición, fermentación, adición de humo, y proceso térmico. Sin embargo, el sistema de clasificación del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) es el que probablemente tenga mayor reconocimiento y aceptación, ya que los clasifica basándose en seis características que incluyen si el producto está fresco, curado, cocido, ahumado, fermentado y seco (Claus *et al.*, 1994).

Los embutidos cocidos y ahumados son considerados una clase que incluye frankfurters, bolonia y salami. Este tipo de productos pueden ser elaborados a partir de una combinación de carnes rojas o de aves, con algunas restricciones tales como la cantidad de carne de aves presente en la formulación, ya que primariamente se trata de un producto hecho a base de carnes rojas, aunque también pueden contener sólo carne de aves. La mayor parte de estas salchichas se consumen frías; sin embargo, una de las más populares, las tipo frankfurter, se consumen también calientes (Claus *et al.*, 1994).

Bolonía. En la elaboración de una bolonía se involucra la preparación de una emulsión cármica. Durante la preparación de las emulsiones cármicas las proteínas solubilizadas y el agua forman una matriz que encapsula a los glóbulos de grasa. Los embutidos son un ejemplo de emulsión de grasa en agua, siendo la grasa la fase discontinua, el agua la fase continua y las proteínas solubilizadas de la carne actúan como emulsionantes. Para lograr estabilidad de una emulsión es necesario que la proteína se encuentre solubilizada, lo cual se puede lograr de dos maneras: (1) tratando la carne con salmuera diluida para solubilizar la proteínas miofibrilares, y (2) por la acción de corte de las cuchillas de una cutler o cortadora de carne para fabricar embutidos (Kramlich, 1976).

Para preparar una emulsión cármica, se colocan juntamente en el plato de la cortadora, las carnes magras, el hielo o el agua, la sal, las especias y los agentes de curado (normalmente nitrato sódico, nitrito sódico e isoascorbato sódico) y se mezclan los ingredientes dejando funcionar la cortadora durante 1-5 minutos. A continuación se añaden las carnes grasas y se prosigue la división durante varios minutos más, hasta que la emulsión se estabiliza y alcanza la textura deseada (Kramlich, 1976).

Una vez obtenida la emulsión se procede a embutirla para darle la forma característica de una salchicha. Este procedimiento generalmente se lleva a cabo utilizando tripas o fundas artificiales de celulosa de hasta 15 cm de

diámetro, que son materiales muy fuertes debido a que se trata de embutidos grandes (Forrest *et al.*, 1979).

La bolonia, al igual que muchos otros productos cárnicos, son ahumados y cocidos simultáneamente. Los productos son procesados térmicamente calentándolos hasta que se alcanza una temperatura interna de 65-75 °C (Forrest *et al.*, 1979). Los métodos de cocción de embutidos pueden ser secos o húmedos. La finalidad de la cocción es impartir consistencia firme por coagulación de las proteínas y deshidratación parcial, fijar el color por desnaturalización de la mioglobina para formación de la nitrosilhemocromo, y pasteurizar para prolongar la vida útil del producto final. El calentamiento que reciben los embutidos permite destruir virtualmente todos los microorganismos presentes a excepción de las esporas (Kramlich, 1976).

A partir de los diferentes procesos de transformación y elaboración del producto, éste puede convertirse en un alimento nutritivo y económico. Sin embargo, uno de los principales problemas que presenta su elaboración es la formulación, ya que el producto final debe poseer características nutricionales y sensoriales aceptables por el consumidor (Rongey y Bratzler, 1966).

En relación al consumo de este producto a nivel nacional no se cuenta con información. Esparza y Domínguez (1983) realizaron estudios sobre la oferta de productos cárnicos en el Estado de Sonora, y encontraron que la

bolonia resultó ser el embutido de mayor consumo, siendo éste de alrededor de 173 toneladas/mes.

Composición y Valor Nutritivo de la Carne y Productos Cárnicos

Aunque los consumidores pueden escoger a la carne, primero por su atractivo estético, o por hábito, es importante no pasar por alto su valor nutritivo. La composición de la carne magra es relativamente constante en un amplio rango de animales (Cuadro 1). La variación más marcada es en su contenido de lípidos, que puede ser grande dependiendo del grado de "marmoleo" (Varnam y Sutherland, 1995). La variación en la composición trae por consecuencia diferencias en su valor nutritivo. tratar de explicar las diferentes causas de esta variación adecuadamente resultaría difícil por el hecho de que ésta ocurre de especie a especie (Pearson y Tauber, 1984).

Agua

El agua es el más variable de los componentes ya que depende de factores tales como la especie, edad y contenido de grasa ya que generalmente guarda una relación inversa con el contenido de ésta, aunque también con el resto de los componentes químicos (Pearson y Tauber, 1984).

Cuadro 1. Composición del tejido muscular de diferentes especies (%).

Especie	Agua	Proteína	Lípidos	Cenizas
Res	70-73	20-22	4.8	1.0
Aves	70-75	20-23	4.7	1.0
Cordero	73	20	5-6	1.4
Cerdo	68-70	19-20	9-11	1.4

(Fennema, O.R., 1985)

Proteínas

La carne se considera como un alimento de alto contenido proteico. Del total del nitrógeno del músculo, el 95% es proteína. La calidad de la proteína es muy alta, y los tipos de aminoácidos son similares a aquellos necesarios para mantenimiento y crecimiento del tejido humano (Paul *et al.*, 1980).

Vitaminas

El tejido muscular en general es una fuente excelente de algunas de la vitaminas del complejo B, especialmente tiamina, riboflavina, niacina, B₆ y B₁₂. Existen un gran número de factores que tienen influencia sobre el contenido de vitamina B, como la especie y el tipo de músculo, alimentación, edad, sexo y salud general de cada animal. La vitamina A es la más importante de las vitaminas liposolubles en la carne; y en los Estados Unidos el consumo de carne proporciona alrededor del 23% de la ingesta promedio de Vitamina A. Los contenidos de vitamina D, E y K son generalmente algo bajos en la carne, aunque se ha reportado que los niveles de vitamina E son elevados cuando los animales son alimentados con dietas altas en tocoferol (Vamam y Sutherland, 1995). Sin embargo, debe considerarse que estas vitaminas se encuentran presentes en la carne fresca y que generalmente son destruidas durante la cocción y/o procesado (Pearson y Tauber, 1984).

Minerales

La carne magra está reconocida como una excelente fuente de hierro y fósforo, pero usualmente es baja en calcio. Una excepción en este aspecto es la carne deshuesada mecánicamente, debido a que incluye pequeñas partículas de hueso que son que son aportadores de este mineral (Vamam y Sutherland, 1995). La carne también contribuye con cantidades significativas de un gran número de otros minerales incluyendo cobre, zinc, sodio, potasio y magnesio (Pearson y Tauber, 1984).

Carbohidratos

El contenido de carbohidratos de la carne es relativamente bajo y puede desaparecer casi por completo durante el desarrollo del *rigor mortis*. Sin embargo, el contenido de glúcogeno en el músculo determina de manera importante las propiedades físicas y fisicoquímicas finales de la carne (Pearson y Tauber, 1984).

Lípidos

La carne tiene un contenido relativamente alto de lípidos, lo cual es de significancia dietaria, pues constituye una buena fuente de energía, tanto en el caso de personas cuyas labores son pesadas, como en el caso de deportistas o bien donde la ingesta dietaria total es limitada.

El contenido de colesterol en el músculo magro se encuentra alrededor de 65-75 mg/100g, aunque el consumo de grandes cantidades de carne obviamente conduce a una ingesta total alta no sólo de colesterol sino también de energía (Rossell, 1992; Varnam y Sutherland, 1995).

El grado de saturación de los ácidos grasos varía de acuerdo a la especie, y se sabe que la grasa de res y de cordero son más saturadas que la de puerco, la cual por orden es más saturada que la de carne de aves (Rossell, 1992; Varnam y Sutherland, 1995).

El contenido de lípidos de la carne depende de una gran variedad de factores que incluyen tipo de corte, grado o clasificación, método de cocción y si la grasa ha sido retirada antes o después del cocinado (Pearson y Dutson, 1994). En carne de res cocinada puede variar en diferentes cortes, desde 8.8% para la pulpa hasta 42% en las costillas (USDA, 1990).

El grado de clasificación que se escoja puede ser una diferencia igualmente importante, pues en carne asada de res la cantidad de grasa en los cortes magros separables varía desde 20.5% de grasa para un corte "Prime" hasta 13.7% para un grado "Select" (NAS/NRC, 1988). Algo muy importante es si la carne se separa de la grasa visible antes de consumirla: la carne de res tiene aproximadamente 27% de grasa separable (USDA, 1990).

Debido a los avances tecnológicos de los últimos 30 años, actualmente es posible encontrar carne de puerco o de res más magra (Byers *et al.*, 1992).

Por ejemplo, la carne magra separable de un lomo de puerco contenía 11.4% de grasa en 1963 (USDA, 1963) comparada con 7.5% en 1983 (USDA, 1983). Existen diferencias en el porcentaje de grasa para los diferentes cortes de puerco que pueden considerarse impresionantes como es el caso del tocino frito que contiene 49% de grasa comparado con 5.5% de un jamón homeado extra-magro (USDA, 1983).

El consumo anual *per capita* de carne de ternera en los Estados Unidos es de 1.0-1.5 lb, por lo que no se considera una fuente de grasa significativa en la dieta. Esta carne generalmente es magra, puede variar dependiendo de la edad del animal y de la parte anatómica, de 2.98% de grasa en costillas de animales sacrificados con menos de 4 semanas de edad, hasta 9.74% en lomo de animales con alimentación especial y sacrificados en alrededor de 16 semanas de edad (Ono *et al.*, 1986).

El contenido de grasa de las aves depende de la especie, músculo, método de cocción y si se ha removido la piel. Por ejemplo, la carne de pavo blanca tiene alrededor de 3.2% de grasa, mientras que la de pato tiene más de 28% (Byers *et al.*, 1992). Las diferencias debidas a la técnica de cocción son igualmente dramáticas; la pechuga de pollo hervida sin piel contiene 3% de grasa y las alas empanizadas y fritas contienen 22% (USDA, 1979).

La composición de los ácidos grasos del producto dependerá de la especie, músculo y técnica de cocción. En carne de res, por ejemplo,

aproximadamente 51% del total de los ácidos grasos son saturados (Byers *et al.*, 1992). Sin embargo, cerca de una tercera parte de la grasa saturada en la res, es ácido esteárico, el cual es considerado como lipolipidémico, por no tener la propiedad de aumentar el colesterol, a diferencia de los ácidos grasos saturados de cadena corta (Bonanome y Grundy, 1988; Reiser y Shorland, 1990). Los lípidos de la carne de pollo son aproximadamente 31% saturados (Byers *et al.*, 1992).

Es importante tener en mente que a menudo la mayor parte de la grasa en el producto final es grasa adicionada, como en el caso del freído. La composición de ácidos grasos será más un reflejo de la grasa adicionada que la que contiene la carne por sí misma (Pearson y Dutson, 1994).

Consumo de Grasa y su Relación con la Salud

Durante los últimos 25 años, se ha tenido un marcado progreso en el conocimiento acerca del papel que juega la dieta en la salud y la prevalencia de las enfermedades crónicas. El interés se ha enfocado principalmente sobre la grasa de la dieta, considerada como un nutrimento esencial, que cuando se consume en exceso se convierte en un factor de riesgo de aparición de ciertas enfermedades crónicas. Al respecto, existen estudios enfocados hacia los posibles efectos del nivel de grasa en la dieta, ya sea de origen animal ó vegetal, sobre la concentración de colesterol sérico presente en un individuo.

así como también la clase de ácidos grasos (saturados, monoinsaturados y poliinsaturados) sobre varias enfermedades crónicas. Aun cuando faltan estudios que puedan permitir dar conclusiones definitivas, se ha encontrado que los efectos biológicos pueden ser diferentes dependiendo de las características individuales de los ácidos grasos, tales como el largo de la cadena, grado de saturación y estructura, para que se manifiesten determinado tipo de enfermedades crónicas (Jonnalagadda *et al.*, 1996).

Dentro de las enfermedades crónico-degenerativas se encuentran las enfermedades cardiovasculares (EC) que continúan siendo la primera causa de muerte de los adultos en los Estados Unidos (McGinnis y Nestle, 1989). Durante los últimos años su población ha recibido un mensaje consistente y persistente para que reduzca la cantidad de grasa en su dieta.

Estudios realizados sobre EC han mostrado que la dieta, la hipertensión y la obesidad entre otros, son considerados factores de riesgo. Al respecto de estas enfermedades, Keeton (1991) reportó que cerca de una cuarta parte de la población estadounidense tiene sobrepeso, y que de éstos el 10% son obesos severos.

En México existen pocos estudios de tipo epidemiológico, entre los cuales, la Secretaría de Salud (INEGI, 1996) reporta que las EC son la primera causa de muerte a nivel nacional y es en los estados del norte donde se presenta mayor prevalencia de estas enfermedades (Cabrera, 1996).

En el estado de Sonora, el estudio de Hoyos (1991) reveló que del total de las calorías ingeridas, el 36% proviene de grasa, lo que se traduce en una dieta considerada alta en grasa.

En algunas poblaciones se han realizado programas de intervención para disminuir la incidencia de EC. En el caso de Estados Unidos, a través del Programa Nacional de Estudios del Colesterol (NCEP, 1993) y en México, por la Sociedad Mexicana de Nutrición y Endocrinología, A.C., (SMN, 1991) han emitido una recomendación basada en cambios en la alimentación como estrategia para prevenir la aterosclerosis. La recomendación se basa en que del total de las calorías consumidas por un individuo en la dieta, el 15% debe provenir de proteínas, el 55% de carbohidratos y el 30% de las grasas. En este último punto se aconseja que el aporte de grasas saturadas sea menor al 10%, las poliinsaturadas pueden aumentar hasta 10%, las monoinsaturadas contribuir con 10-15% del total de las calorías y el aporte de colesterol debe ser menor de 300 mg/día.

Consumo de Alimentos Bajos en Grasa

La producción de alimentos bajos en calorías y grasa, representa uno de los segmentos de más rápido crecimiento de la industria alimenticia y es de particular importancia en investigación. Con las actuales tendencias de la población por mejorar y mantener su salud, han aparecido en el mercado una

gran variedad de productos que son bajos en grasa y calorías, poseen características de alimentos de alta calidad y además proporcionan una alternativa saludable a los productos tradicionales (Keeton, 1991). Esta alternativa es para quienes tratan de reducir su peso corporal, así como también para quienes desean comer más saludablemente o para aquellos que deben seguir dietas estrictas por recomendaciones médicas (Altshul, 1989).

Existen datos de consumo de alimentos que indican que la población de Estados Unidos, principalmente, tiene preferencia por alimentos que sean frescos, bajos en grasa y con edulcorantes (Putnam, 1990).

Debido a la amplia popularidad de estos productos, y a la velocidad con que han entrado al suministro de alimentos, se ha hecho necesario saber las razones de su selección y uso en salud pública (Vanderveen y Glinzmann, 1992).

De acuerdo a una encuesta nacional llevada a cabo en los Estados Unidos por el "Calorie Control Council" (1993) para conocer las razones de selección de estos alimentos, se encontró que 60-72% de los consumidores los escogen por razones relacionadas con la salud; además un 52-58% los seleccionan como una manera de perder peso o para mantenerlo.

La edad y el sexo son factores que también se toman en cuenta. La población joven comparte algunos de los conceptos antes mencionados acerca de alimentarse de manera saludable como el resto de la población. La alta

incidencia de personas con restricción dietética entre los adultos jóvenes, particularmente entre mujeres, ha sugerido que las modificaciones alimenticias pueden estar fuertemente motivadas más por tener como meta el hecho de perder peso que el de conservar una buena salud (Alexander y Tepper, 1995).

Consumo de Carne y Productos Cárnicos

En 1989, el consumo total de carne, aves y pescado en los Estados Unidos alcanzó un record de 187 libras por persona, lo que significó 6 libras más que en 1971. Sin embargo, este consumo promedio fue 24 libras menos para carne roja, 26 libras más para aves y 4 libras más para pescado y mariscos que en 1971 (Keeton, 1991).

En un estudio publicado por la "National Live Stock and Meat Board" (1994) para saber cómo se alimenta la población de E.U., se incluyen datos de consumo de carne. De acuerdo a la "Food Guide Pyramid", se recomienda el consumo de 2-3 porciones de carne, para un total de 140-196 g/día de alimentos tales como carne, aves y pescado, donde el consumo actual de estos alimentos es de 180.3 g/día. Esto indica que los estadounidenses consumen gran variedad de carnes y que las rojas (res, puerco, cordero, ternera, carnes procesadas y otras) representan alrededor de la mitad de todas las consumidas dentro del grupo, con 95.2 g/día. En promedio, la población también consume 33.6 g/día de carne de aves, y 14 g de pescado y mariscos por día.

Respecto al consumo de carne en México, los datos con que se cuenta indican que en 1995 la población consumía alrededor de 42 kg/persona/año de carne (4.6 kg de productos cárnicos) (CNE, 1996; INEGI, 1996).

El consumo actual de carne y productos cárnicos está influenciado por algunos factores: recomendaciones relacionadas con la dieta en cuanto al consumo de grasa y su relación con la salud, edad de la población, condiciones económicas, que actualmente afectan los patrones de compra, y cambios en la industria cárnica respecto al contenido de grasa (Keeton, 1991).

Las carnes procesadas formuladas de manera tradicional no cumplen bien las recomendaciones ya que no pueden incluirse en menús preparados por dietistas; aún cuando estos productos resultan una fuente excelente de otros nutrimentos. Esto hace necesario establecer cambios en el consumo de productos de este tipo por otros de bajo contenido de grasa (Claus, 1991).

Productos cárnicos bajos en grasa. Durante los 90's se ha enfatizado en las dietas bajas en calorías y grasa debido a las tendencias de la población por mejorar y mantener su salud. Por esta razón han aparecido gran diversidad de productos cárnicos bajos en grasa, que para ser aceptados y consumidos deben tener buen sabor y ofrecer una calidad consistente (Keeton, 1991).

La industria de la carne ha respondido a las recomendaciones actuales, produciendo cortes más magros mediante la implementación de estrategias

para disminuir la deposición de la grasa e incrementar el contenido de tejido magro. Estas estrategias incluyen el uso de animales de engorda tardía y de agentes exógenos, tales como los esteroides anabólicos (Bergen y Merkel, 1991) y elaborando carnes procesadas bajas en grasa.

La reducción de grasa en carnes procesadas no es un concepto nuevo pues existen algunos productos curados como el jamón que son etiquetados como "95% libres de grasa", que se han distribuido ampliamente durante algunos años y que han ganado gran aceptación. También existen productos tipo hamburguesa que se comercializan como "91% libre de grasa", y como estos ejemplos existen muchos otros (Giese, 1992).

Desarrollo de Nuevos Productos

Son pocos los productos tipo salchicha bajos en grasa en los que se haya obtenido la textura y características deseadas, ya que resulta difícil mantener la ternura, jugosidad, apariencia y costo en este tipo de productos cuando se disminuye el contenido de grasa (Sofos y Allen, 1977; Decker *et al.*, 1986; Hand *et al.*, 1987; Lee *et al.*, 1987; Rust y Olson, 1988).

El incremento en el interés de los consumidores por los alimentos reducidos en grasa, ha dado por resultado la necesidad de desarrollar productos cárnicos bajos en grasa para el mercado.

Los productos cárnicos como los embutidos son sistemas complejos en los cuales las proteínas musculares extraídas con sal forman geles, inducidos por el calor, que unen grasa y agua mientras proporcionan textura al producto (Beuschel *et al.*, 1992).

El desarrollo de productos magros o extra magros, mientras se asegura la palatabilidad que los consumidores demandan, no es tan simple como solamente remover grasa (Troutt *et al.*, 1992). Este desarrollo puede lograrse reemplazando la grasa con agua o utilizando ligadores o extendedores, o también, removiendo la grasa y el colesterol con métodos mecánicos como la extracción supercrítica de fluidos; realizando una separación de la porción magra de la grasa; o utilizando cojinetes especiales, hechos a base de material de naturaleza hidrofóbica como el polipropileno, que absorben la grasa durante la cocción en microondas (King *et al.*, 1989; Costello *et al.*, 1990, Hacker, 1990; Clarke, 1991, Chao *et al.*, 1991, McLachlan y Catchpole, 1991; Giese, 1992).

La reducción de grasa en productos cárnicos como la bolonia puede llevarse a cabo utilizando cortes más magros de carne o substituyendo con agua y otros ingredientes (Claus *et al.*, 1990). El contenido nutricional típico de una bolonia presenta valores de contenido de grasa en rangos de 15% para pavo, a un 28.5% para res, mientras que una bolonia baja en grasa, con agua añadida contiene 10% de grasa y 30% de agua adicionada (Giese, 1992).

Los problemas en el desarrollo de una bolonia baja en grasa, comparada con un producto con contenido de grasa normal, son los cambios en las características de textura y el incremento en la acumulación de purga durante el almacenamiento (Giese, 1992).

Es necesario investigar los efectos de la adición de ligadores tales como fibra dietaria, hidrocoloides macromoleculares y almidones, y de las proteínas vegetales o animales, ya su incorporación disminuye este tipo de problemas (Claus y Hunt, 1991). Sin embargo, antes es necesario conocer el papel que juega la grasa en los productos cárnicos, para tratar de explicar los posibles cambios que se llevan a cabo cuando se realiza una sustitución parcial o total.

Función de la Grasa

La grasa en los alimentos juega un papel clave en la determinación de la textura, el sabor y el aroma, lo cual afecta la aceptabilidad de los alimentos. Por ejemplo, la grasa ayuda a proporcionar la textura espesa de un aderezo para ensaladas, la sensación cremosa del helado de chocolate, la humedad y textura suave de un pastel y el rico sabor del queso. También ayuda a producir sensación de satisfacción en una persona después de comer (Bray, 1994).

Las grasas y los aceites son factores importantes en la funcionalidad y en las características sensoriales de los productos alimenticios (McGrady, 1993). Las grasas interactúan con otros ingredientes para desarrollar la textura,

así como para provocar sensación de lubricación en la boca. Los puntos de fusión de las grasas son determinantes importantes en la suavidad, masticabilidad y cremosidad de los alimentos. También proporcionan estructura en los productos homeados por la capacidad de atrapar aire durante el proceso de batido. Las grasas contribuyen a la apariencia de brillo o lustre en la superficie de las botanas, galletas, pasteles y alimentos fritos (Giese, 1996).

La grasa es un componente importante de los productos cárnicos procesados y contribuye en gran parte a su palatabilidad. El contenido graso influencia la blandura y la jugosidad de los embutidos y sirve también como fase dispersa en las emulsiones de carne. Sin embargo, la presencia de grasa no emulsificada en los productos chacineros emulsificados constituye a menudo un problema para los procesadores (Forrest *et al.*, 1979).

La principal preocupación de industriales e investigadores ha sido reducir la cantidad de grasa en los alimentos mientras se conserva el sabor y la textura. Los productores han empezado a manejar este reto utilizando ingredientes que imiten las funciones de la grasa en los alimentos o usando grasas modificadas. Es bien conocido que la grasa tiene diferentes funciones, la tarea a seguir será la utilización de una variedad de estrategias e ingredientes (IFIC, 1995).

Ingredientes Utilizados Para Reducir Grasa en Productos Cárnicos

Para cumplir la demanda de alimentos reducidos o bajos en grasa, los tecnólogos en alimentos están usando una amplia variedad de ingredientes sustitutos de grasa (Giese, 1996). Idealmente, un sustituto de grasa individual debería reemplazar todas las funciones de la grasa, sin embargo esto aún no ha sido completamente posible. Generalmente los alimentos reducidos o bajos en grasa dependen de una combinación de ingredientes para reemplazar la grasa (CCC, 1996; Giese, 1996).

Muchos de estos ingredientes son constituyentes comunes de los alimentos, tales como el agua. Efectivamente, en muchos productos, el agua en combinación con otros constituyentes comunes tales como carbohidratos y proteína están siendo usados para derivar la textura y sabor deseado en un producto reducido en grasa (IFIC, 1995). Esta combinación de ingredientes y de técnicas de procesado permite obtener productos de buena calidad (IFIC, 1995).

Adición de agua

La grasa puede ser reducida en carnes procesadas utilizando carnes magras, lo cual incrementa el costo del producto substancialmente, o reemplazando la grasa animal con agua o cualquier otro ingrediente con pocas calorías. La USDA ahora permite grasa y agua añadida en salchichas para

substituirse manteniendo un total que no exceda el 40% y que el contenido de grasa no sea más del 30% (USDA, 1990). En México no existe una regulación tan específica en la elaboración de productos cárnicos.

Esta regla permite bastante flexibilidad en la formulación de salchichas bajas en grasa, mientras la grasa pueda ser reemplazada por agua. Si el contenido de grasa en las salchichas tipo emulsión se reduce y el agua añadida permanece constante (esencialmente aumentando el contenido de carne magra), el producto será más firme, más elástico, menos jugoso, oscuro y menos aceptable desde el punto de vista de rendimiento (Rongey y Bratzler, 1966; Hand *et al.*, 1987; Claus *et al.*, 1989).

Claus *et al.* (1989) substituyeron agua por grasa en formulaciones de bolonia, manejando rangos de 30% grasa/10% agua, hasta 5% grasa/35% agua y encontraron que las bolonias bajas en grasa y con alta cantidad de agua añadida son generalmente menos firmes, más cohesivas, jugosas y oscuras, con purga y altas pérdidas durante el tratamiento térmico; que el control formulado con 30% grasa/10% agua con contenido de proteína similar. Los análisis de regresión de este trabajo indicaron que la bolonia requería 24.3% de agua adicionada para aproximarse sensorialmente en firmeza a la bolonia con 30% de grasa y 10% de agua añadida.

En un segundo estudio, Claus *et al.* (1990), masajeando la materia prima cárnica sin premezclado, lograron que la bolonia con 10% grasa/30% agua

añadida tuviera menores pérdidas durante el proceso térmico y menor acumulación de purga que el control. También observaron que la bolonia baja en grasa requirió menos energía para ser comprimida, tuvo valores más bajos de fracturabilidad y dureza, y fué más cohesiva y elástica.

Park *et al.* (1990) formularon salchichas frankfurter bajas en grasa (14 a 16%) que contenían 14 a 16% de agua adicionada y aceite de girasol con alto contenido de oléico. En este estudio se encontró que los panelistas consumidores consideraron a las salchichas bajas en grasa tan aceptables como el control, que contenía 29% de grasa animal. Además, los rendimientos de proceso de las salchichas bajas en grasa (89.4%) fueron similares a los del control (87.9%).

Ahmed *et al.* (1990) procesaron salchichas de puerco con niveles de grasa de 15, 25 y 35% y con 3 y 13% de agua añadida. El incremento de las dos cantidades de agua añadida en las salchichas con 15 y 25% de grasa aumentó las pérdidas durante el tratamiento térmico, pero los panelistas consumidores estimaron que la aceptabilidad general de las salchichas bajas en grasa/agua añadida fué equivalente al control con 35% de grasa (sin agua adicionada).

La sustitución de grasa con agua añadida reduce la densidad calórica pero puede alterar las características físicas, sensoriales y de textura de los productos bajos en grasa. En salchichas, tales como bolonia y frankfurter,

disminuyendo el contenido de grasa hasta alrededor de 10% por sustitución con agua añadida, parece ser que reduce el rendimiento de proceso térmico, incrementa la purga cuando se empaca al vacío y se obtiene una textura "blanda". Aunque existen pocos estudios disponibles, es posible que al incrementar la cantidad de agua añadida se pueda afectar la vida de anaquel (microbiana) del producto y alterar los parámetros de sabor y textura cuando se tiene un almacenamiento refrigerado muy prolongado (Keeton, 1991).

Proteínas

Varias proteínas animales o vegetales se han usado en productos cárnicos procesados para aumentar los rendimientos, reducir costos de formulación, resaltar propiedades funcionales específicas y disminuir contenido de grasa. Algunos ejemplos de estas proteínas son: harina de soya, concentrados de proteína de soya, proteína texturizada de soya, aislados de proteína de soya, harina de trigo, gluten de trigo, harina de semilla de algodón, harina de avena, germen de maíz, leche deshidratada descremada, caseinatos, proteínas de suero de leche, surimi, plasma sanguíneo y proteínas de huevo. Individual o colectivamente, la mayoría de estos ingredientes basados en proteínas incluidas en salchichas son permitidas en niveles de hasta 3.5% en la formulación, salvo los aislados de proteína de soya y los caseinatos (~90% de proteína) que se restringen a 2% (Keeton, 1991).

Tradicionalmente las proteínas de soya se han usado en muchos productos como extendedores en carne molida de res, hamburguesas, pepperoni, toppings para pizzas precocinadas y en otras carnes reestructuradas. Es posible la extensión de carnes molidas hasta el 30% con proteínas rehidratadas, pero es necesario mantener la atención durante la formulación, por las posibles alteraciones sensoriales. Haciendo énfasis en las carnes bajas en grasa, las proteínas de origen vegetal representan un potencial como sustitutos parciales para carnes procesadas (Keeton, 1991)

Los productos cárnicos como las salchichas ofrecen un gran potencial para reducción de grasa y para esto se han probado algunas proteínas como sustitutos de grasa. Sofos y Allen (1977) y Sofos *et al.* (1977) reportaron que la incorporación de altos contenidos de proteína texturizada de soya (45%) en productos tipo salchicha con 10 a 20% de grasa y 45% de carne de res magra no afecta negativamente la estabilidad de la emulsión. Sin embargo, estos productos altos en soya y bajos en grasa mostraron pérdidas por encogimiento durante el proceso térmico. Los resultados de estos estudios indicaron que se puede obtener un producto con 45 a 50% de carne magra, 15 a 20% de grasa, 5% de aislado de proteína hidratado (1:4) y 25 a 30% de proteína de soya texturizada hidratada (1:2).

Hoogenkamp (1989) reportó que salchichas con 10% de grasa pueden ser elaboradas con 2 a 2.4% de proteína de leche hidrolizada

Gilchrist (1987) formuló salchichas viena enlatadas conteniendo 12% de grasa y 3.5% de gluten de trigo, aislado de proteína de leche o concentrado de proteína de soya, con o sin tripolifosfato de sodio (23%). Los rendimientos de enlatado fueron altos para todos los tratamientos con proteína y las salchichas bajas en grasa tendieron a ser más oscuras que el control con 30% de grasa. Las salchichas con gluten de trigo, aislados de proteína de leche o concentrados de proteína de soya con o sin fosfato fueron más elásticas, más cohesivas, más firmes y menos jugosas (excepto el que incluyó gluten de trigo) que el control.

Aún cuando los ingredientes basados en proteínas se usan ampliamente en carnes procesadas, hacen falta estudios adicionales que permitan mejorar las características sensoriales y texturales de los productos. En algunos casos, se pueden lograr efectos sinérgicos realizando combinaciones de proteínas, almidones y/o hidrocoloides (Keeton, 1991)

Carbohidratos

La mayoría de los carbohidratos que están disponibles para uso como sustitutos de grasa en carnes procesadas caen dentro de la categoría de gomas (hidrocoloides), almidón o derivados de celulosa. Está probado que estos compuestos juegan un papel muy importante en el desarrollo de nuevos productos cárnicos bajos en grasa (Keeton, 1991).

Las gomas o hidrocoloides se usan para regular viscosidad, forman geles, estabilizan emulsiones, suspenden partículas, controlan cristalización, inhiben sinéresis y encapsulan partículas (Dziezak, 1991). Estos carbohidratos se encuentran en productos homeados, rellenos para pasteles, cubiertas o betunes, nieves o helados, aderezos para ensaladas y algunos productos cármicos.

Wallingford y Labuza (1983) reportaron que la goma de xantano es más efectiva que la carragenina en la prevención de pérdida de agua de una emulsión cármica baja en grasa, mientras que Fox *et al.* (1983) encontraron que la goma de xantano y la carragenina son efectivas para estabilizar salchichas frankfurter en un escabeche en vinagre.

Whiting (1984) encontró que las gomas de alginato y xantano (0.1-0.3%) mejoraron la ligazón de agua en salchichas pero fueron perjudiciales para la fuerza de gel. Por otro lado, Foegeding y Ramsey (1986) compararon los efectos de $\leq 1\%$ de *iota* y *kappa* carragenina, goma de guar, goma de algarrobo, goma de xantano, metilcelulosa y una mezcla de goma de algarrobo y *kappa* carragenina en emulsiones cármicas bajas en grasa (11-12%) y altas en humedad. La metilcelulosa disminuyó el rendimiento en las salchichas, mientras que la goma de xantano y la goma de guar alteraron el análisis de perfil de textura. *Kappa* y *iota* carragenina parecen ser las más efectivas para retención de humedad y aumento de dureza. Las calificaciones hedónicas en