

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

**Facultad de Ciencias y Humanidades**



**Aplicación de concentrado de proteína de suero de leche en el  
desarrollo de una salchicha polaco**

Trabajo de Investigación presentado por Claudia Lucía Ruiz León, para optar  
al grado académico de

**LICENCIATURA EN INGENIERÍA DE LA CIENCIA  
Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS**

**Guatemala  
2003**



**Aplicación de concentrado de proteína de suero de leche en el desarrollo de una salchicha estilo polaco**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

**Facultad de Ciencias y Humanidades**



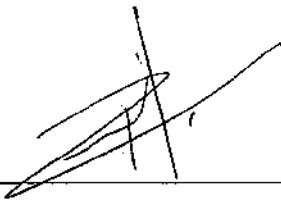
**Aplicación de concentrado de proteína de suero de leche en el  
desarrollo de una salchicha estilo polaco  
de Claudia Lucía Ruiz León**

Trabajo de Investigación presentado por Claudia Lucía Ruiz León, para optar  
al grado académico de

**LICENCIATURA EN INGENIERÍA DE LA CIENCIA  
Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS**

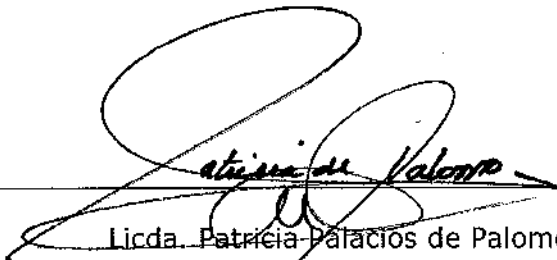
Guatemala  
2003

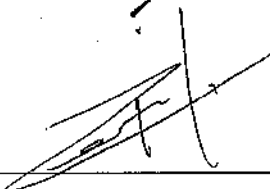
Vo.Bo.

(f)   
Ing. Rodrigo Recinos

Tribunal:

(f)   
Licda. Ana Silvia Colmenares de Ruiz

(f)   
Licda. Patricia Palacios de Palomo

(f)   
Ing. Rodrigo Recinos

Fecha de aprobación: 23 de Junio 2003

## **DEDICATORIAS**

A Dios: Que me diste la vida, ser el centro de ella y regalarme una maravillosa familia.

A mis padres: Que han estado conmigo en todo momento. Gracias por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí.

Mama: Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero mas que nada por su amor.

Papa: A quien le debo todo en la vida, le agradezco el cariño, la comprensión, la paciencia y el apoyo que me brindó para culminar mi carrera profesional.

A mi abuelo Manuel: Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que ha infundido siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mi abuela Pía: Por haberme educado y cuidado. Gracias por los consejos y por cultivar e inculcar ese sabio don de la responsabilidad... sé que me ve y que está orgullosa de mi...aunque desde el cielo...

A mis hermanos: Cristina, Perla y Manuel por estar allí, los quiero mucho.

A mi Mompí: por ser quien eres y formar parte de mí...

A mis amigos: Gaby, Zeta, Mili, Rana, Tete, Titi, Violeta, Cuchi, Axel, Sara, Anabella, Nacho, porque gracias a ellos sé lo que es la amistad verdadera e incondicional...valor importante en mi vida. Gracias por estar todos estos años conmigo, por aconsejarme, regañarme, compartir risas y llantos en todo este tiempo... son los mejores !!!.

Gracias a todos por ayudarme a lograrlo, los quiero mucho !!!

*"Todo lo puedo en Cristo que me fortalece" Fil. 4:13*

## CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA	vi
LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE GRÁFICAS	xii
LISTA DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xiv
Capítulos	
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION LITERATURA	2
A. Generalidades sobre el procesamiento de la carne	2
1. Emulsiones Cárnicas	3
2. Ingredientes utilizados	3
a. Carne	3
b. Agua añadida	3
c. Agentes de curado	4
d. Fosfatos	4
e. Dextrosa	4
f. Otros ingredientes	5
B. Desarrollo de productos cárnicos bajos en grasa	5
1. Sustitutos de grasa	5
2. Sustitutos de grasa sintéticos	6
3. Emulsiones	6
4. Derivados de féculas o almidones	6
5. Hemicelulosas	6
6. Humectantes	7
7. Mezclas funcionales	7
8. Nuevas tecnologías	7

C. Reducción de grasa en embutidos	9
1. Formulación	9
2. Evaluación sensorial	10
3. Material y métodos	10
D. Aditivos en la industria cárnica	11
E. Las proteínas lácteas como ingredientes	12
1. Proceso para extraer compuestos de leche	12
2. El uso de proteína láctea	13
F. Ingredientes funcionales desarrollados en proteínas lácteas	13
G. Otros productos proteicos	14
1. Productos de proteína de suero	14
2. Productos de la caseína	15
3. Productos que contienen ambos: suero y caseína	15
H. ¿Qué es el suero de leche?	16
1. Tecnología para generación de derivados de leche	17
2. Aspectos nutricionales de las proteínas de suero	18
I. Selección de ingredientes de suero	19
J. Concentrados de proteína de suero	20
1. Manufactura	20
2. Propiedades de las proteínas de suero	21
K. Un ingrediente versátil	22
L. Beneficios funcionales: ventajas	22
1. Retenedor de agua	22
2. Substitutos	23
3. Emulsificantes	23
4. Saborizantes y colorantes	23
5. Inhibidor de cristales de hielo	24
6. Solubilidad	24

7. Viscosidad	25
8. Gelificación	26
9. Adhesión	27
10. Económico	28
M. Aplicaciones	28
N. Consideraciones reglamentarias	29
III. JUSTIFICACION	30
IV. OBJETIVOS	31
V. HIPÓTESIS	32
VI. METODOLOGÍA	33
A. Elaboración de salchicha	33
B. Análisis químico de las muestras	33
C. Análisis microbiológicos de las muestras	33
D. Análisis de pérdida de agua	34
E. Análisis sensorial del producto	34
F. Panel sensorial del producto	34
VII. DISEÑO EXPERIMENTAL	35
VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
IX. CONCLUSIONES	45
X. RECOMENDACIONES	46
XI. BIBLIOGRAFIA	47
APENDICES	49
A. Formulaciones	50
B. Costo Salchichas	51
C. Concentrado de proteína de suero de leche	52
D. Equipo y accesorios utilizados	53
E. Método para determinación de materia seca total	54
F. Método AOAC para proteína (Kjendahl)	55

G. Método AOAC para fibra cruda	56
H. Método AOAC para extraer grasas	57
I. Método AOAC para cenizas y carbohidratos	58
J. Datos para la muestra WPC	59
K. Datos para la muestra SOYA	60
L. Resultados microbiológicos de las salchichas	61
M. Evaluación sensorial del producto	63
N. Panel sensorial del producto: Método Dúo – Trío	64
O. Boletas utilizadas para las evaluaciones sensoriales	65
P. Microbiológicos para ambas salchichas	67

## LISTA DE TABLAS

### Tabla

1. Características de las proteínas de la leche	14
2. Fracciones de la proteína de suero	21
3. Propiedades de las proteínas de suero	21
4. Propiedades de las proteínas de suero	28
1R. Resultado del análisis proximal de las salchichas WPC y SOYA	36
2R. Test de puntaje compuesto de las salchichas WPC y SOYA	38
3R. Resultados de textura con el penetrómetro (10N)	39
4R. Prueba preferencia del producto	40
5R. Prueba diferencia entre muestras con $p= 0.05$	41

## LISTA DE GRÁFICAS

### Gráficas

1. Porcentaje de pérdida de agua en las salchichas	37
2. Resultado de recuento aeróbico total (UFC/g)	39
3. Resultados de los encuestados que encontraron diferencias entre las dos salchichas	40
4. Color de la salchicha	41
5. Sabor de la salchicha	42
6. Olor de la salchicha	43
7. Textura de la salchicha	43

## LISTA DE FIGURAS

### Figuras

1. Perfiles de solubilidad de algunos productos proteicos para soluciones al 1% 25
2. Efecto del pH y del calentamiento en la viscosidad de las soluciones de los concentrados de proteína de suero al 5% 26
3. Efecto de la temperatura y concentración de la fuerza de gel después de una hora de calentamiento 27

## RESUMEN

La finalidad de este trabajo de tesis fue elaborar una salchicha estilo polaco, aplicando concentrado de proteína de suero de leche.

Se formuló una salchicha a base de concentrado de proteína de suero de leche al 34%. El fin fue reducir el contenido graso, disminuir insumos cárnicos y aumentar la retención de agua. La salchicha a base de aislado de soya fue en este caso el control. Ambos productos se elaboraron bajo las mismas condiciones.

La evaluación del producto abarcó los aspectos de pérdida de agua, la cual se evaluó con cinco muestras de cada una. El análisis químico (proteínas, humedad, cenizas, carbohidratos y grasa) se hizo por triplicado. También se efectuó una evaluación sensorial, para determinar su vida de anaquel. El panel sensorial se llevó a cabo por medio del Método Triangular orientado al consumidor para determinar si existía alguna diferencia organoléptica entre las muestras, y la prueba de preferencia pareada para conocer la aceptación del producto, la cual fue positiva porque no se encontró diferencia entre ambas salchichas.

## I. INTRODUCCIÓN

El suero y los productos de suero se utilizan con éxito en las carnes procesadas, tales como: carnes molidas, productos de emulsión, productos molidos y productos enteros. Todo esto para mejorar el sabor, textura, emulsificación, la propiedad de ligar agua, la cocción y la funcionalidad del producto terminado.

El suero dulce, los concentrados de proteína de suero (34-80% proteína) y los aislados de proteína de suero (< 90% proteína) se encuentran entre los productos de suero más comunes utilizados en la industria cárnica. La mejora en la calidad, la optimización de los aspectos nutricionales y el aspecto económico son la clave al utilizar la proteína de suero en carnes procesadas.

Los nuevos procesos dan como resultados ingredientes con mejor sabor, funcionalidad e impacto económico ofreciendo un desarrollo interesante de los productos nuevos y opciones en las fórmulas.

El uso de ingredientes lácteos que reemplazan o suplen la funcionalidad de las proteínas en carnes procesadas es claro: puede dar como resultado una mejor estabilidad de la emulsión, características de rebanado, cocción (mejor capacidad de ligar agua), sabor y menor costo.

El uso de las proteínas de suero puede considerarse también como un reemplazo parcial de las proteínas de la carne, reemplazo total o parcial de los productos de proteína de soya en carnes procesadas. Los productos de suero que se utilizan en carnes procesadas incluyen: suero dulce, suero bajo en lactosa, suero desmineralizado, concentrado de proteína de suero: estos productos normalmente cuentan con ventajas funcionales únicas, son económicos y se encuentran fácilmente.

Es por eso que este proyecto tuvo como alcance desarrollar una salchicha estilo polaco usando concentrado de proteína de suero al 34%, donde se demostró que el resultado de utilizar este producto daría al mismo una mejor funcionalidad, sabor y mayor rendimiento después de la cocción a un costo significativamente menor.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### A. Generalidades sobre el procesamiento de la carne

El valor nutritivo de la carne se determina por su composición. La composición de la mayoría de los ingredientes cárnicos es la siguiente:

- Humedad 60-72%
- Proteína 10-20%
- Grasa 4-20%
- Cenizas 1%

Existen algunas excepciones de estas composiciones, en que el contenido de humedad puede ser tan bajo como un 40% en materia prima alta en grasa, como los recortes 50/50. De la misma manera, el contenido de grasa puede ser tan alto como un 50% de la composición total de materiales muy grasos. Sin embargo, por lo general la humedad es el componente principal de la carnes, seguida de la proteína y/o grasa (Knipe, 1994).

La humedad es importante en los ingredientes cárnicos, ya que está involucrada en la disolución y dispersión de los ingredientes secos y en la extracción de la proteína durante la fabricación de productos procesados. Se puede añadir agua adicional durante el procesamiento para mejorar los procesos antes mencionados. Además, la humedad añadida puede suavizar la textura de los productos bajos en grasa, reducir el aumento de la temperatura al emulsificar pastas o preparar mezclas (si se añade como hielo) y reducir los costos de materia prima de los productos (Knipe, 1994).

La porción proteica es el componente más importante de los productos cárnicos, ya que la mayoría de las regulaciones de procesamiento están basadas en parte del contenido proteico de los productos. Existen tres tipos de proteínas en la carne: proteínas contráctiles, proteínas del tejido conectivo y proteínas sarcoplásmicas. El primer tipo (miosina y actina principalmente) es el más importante ya que son las mejores para ligar (o emulsionar) grasa y agua durante la cocción. Las de tejido conectivo, como el colágeno son las más abundantes, pero son dañinas a la estabilidad de los productos cárnicos, pues aunque inicialmente absorban humedad durante el proceso de cocción, tienden a encogerse liberando grasa y humedad de su estructura. Si la cocción es larga y en un ambiente húmedo, el colágeno se convierte en gelatina, la cual es también indeseable en la mayoría de productos. Las proteínas sarcoplásmicas son importantes, pues contribuyen a las regulaciones de sustancias y como contienen mioglobina contribuyen también al color, aunque no son extremadamente beneficiosas en la ligazón de agua durante el procesamiento (Knipe, 1994).

La grasa que tiene 9 cal/g, es el componente más rico en ellas, entre todos los ingredientes de los embutidos. La grasa desempeña una función esencial en constitución de una emulsión cárnica estable, ya que ésta actúa como fijadora de los jugos cárnicos y del agua añadida (Anónimo, 1990).

**1. Emulsiones cárnicas.** Las emulsiones o pastas finas son producidas en una cortadora o molino coloidal. Durante el proceso de corte, deben romperse al máximo las células musculares, con el objeto de liberar las proteínas actomiosinas, las cuales estabilizarán la emulsión formando una gel en la fase de calentamiento (Jensen, 1991). En suspensión coloidal de dos líquidos insolubles en presencia de un agente emulsor para lograr estabilidad, y en la emulsión cárnica, son partículas sólidas de grasa dispersas en una fase líquida continua, siendo las proteínas cárnicas el agente emulsor (Knipe, 1994). Las salchichas son emulsiones cárnicas formadas a partir de una dispersión de agua, grasa y proteína. Mediante el calentamiento de la emulsión, esta dispersión altamente viscosa, se transforma en un gel proteico, relleno con partículas grasas (Giese, 1992).

El proceso general para la elaboración de una salchicha incluye:

- Peso de materia prima en ingredientes, según formulación.
- Mezclado y formación de la emulsión.
- Embutido (llenado en tripas o fundas).
- Ahumado y cocción.
- Almacenaje, empaque y distribución (Knipe, 1994).

Típicamente los valores nutricionales por 100 g de salchichas (de carne de res/marrano) están entre 320-325 Kcal, 11 g de proteína y 29 g de grasa (Giese, 1992).

**2. Ingredientes utilizados.** Para la obtención de una emulsión estable, es necesaria la adición de ingredientes no cárnicos. Estos son importantes para la obtención de las características deseadas del producto. A continuación se presentan los ingredientes no cárnicos comúnmente utilizados en la fabricación de embutidos emulsionados y escaldados (por ejemplo salchichas y salchichones).

**a. Carne.** La carne usada es pulpa de salchicha, con o sin hueso, con o sin piel y con distintos niveles de limpieza de grasa, nervios y tendones que varían según el tipo de producto que se pretenda hacer y según los gustos de los consumidores de cada país (Industria Alimentaria, 1995).

**b. Agua añadida.** El carácter solvente del agua, sirve para disolver y distribuir uniformemente los demás ingredientes no cárnicos, además de solubilizar las proteínas cárnicas. El agua contribuye en la textura suave del producto, aunque en exceso

resulta un producto muy blando (Sebranek, 1994). El agua debe ser agua química y bacteriológicamente pura, dado el uso alimentario al que va a ser destinada. El agua de preparación de salmueras de estar lo más libre de metales pesados. Aparte de los riesgos toxicológicos de algunos metales, la presencia en solución de sales de hierro, cobre y otros metales puede destruir parcialmente el ascorbato presente como antioxidante, afectando a la estabilidad del color (Industria Alimentaria, 1995).

**c. Agentes de curado.** Los nitritos son siempre usados en combinación con sal, y su función primordial es el desarrollo del color. Por medio de una compleja serie de reacciones químicas el nitrito forma óxido nítrico, el cual se combina con el pigmento hemo de la mioglobina. Este complejo, una vez calentado (arriba de 54°C), forma un pigmento relativamente estable. Condiciones ligeramente ácidas y ausencia de aire aceleran la formación del color. El nitrito también provee sabor, y por ser un antioxidante muy efectivo, el producto se protege de la oxidación de la grasa y los sabores rancios asociados con ella. El nitrito también provee una inhibición bacteriana y contribuye a la supresión de microorganismos deterioradores, como el *Clostridium botulinum* (Sebranek, 1994).

**d. Fosfatos.** Su función predominante es la de mejorar la retención de agua mediante el incremento de la fuerza iónica, aumento de pH y quelación de iones. También mejoran la ligazón entre los pedazos de carne y la estabilidad de las emulsiones, ambos debidos a una mejor extracción de la proteína. Los fosfatos disminuyen la viscosidad de las emulsiones, por lo que éstas pueden ser picadas por más tiempo con aumentos de temperatura más lentos. Esta menor viscosidad también significa que la emulsión será más fácil de bombear de un punto a otro sin romperse. Los fosfatos ayudan a suprimir la formación de sabores rancios al retardar las reacciones iniciales de la rancidez oxidativa (Sebranek, 1994).

**e. Dextrosa.** La dextrosa o glucosa tiene un poder edulcorante mucho menor que el azúcar y una mayor presión osmótica en solución, por lo que es muy usado como carga descompresora de la actividad de agua. Con salmueras equilibradas se pueden alcanzar concentraciones en producto terminado superiores al 3% sin afectar negativamente al sabor del producto terminado. El principal inconveniente para la utilización de dextrosa se presenta en países de clima cálido en que no se pueda asegurar una buena cadena de frío en toda la vida comercial del producto. La dextrosa es un monosacárido de digestión directa por parte de muchos microorganismos, entre ellos los lactobacilos, por lo que acelera su crecimiento, especialmente si las condiciones de refrigeración no son adecuadas, acortando la conservación del producto, especialmente presentando problemas de acidez por ácido láctico (Industria Alimentaria, 1995)

**f. Otros ingredientes.** Se utilizan también compuestos saborizantes, como humo, potenciadores de sabor y especias, lo cual depende primordialmente de la receta. Otro grupo de ingredientes son los ligadores y extensores, para obtener una emulsión más estable y mejores rendimientos. Estos incluyen proteínas no cárnicas como la soya, féculas e hidrocoloides como la carragenina. También se añaden compuestos antioxidantes, preservantes y sinergistas para así retardar la descomposición del producto (Sebranek, 1994).

## **B. Desarrollo de productos cárnicos bajos en grasa**

Realmente nuestra alimentación casi no ha variado a lo largo de los tiempos, puesto que comemos siempre más o menos los mismos alimentos. Sin embargo, las cantidades consumidas y los modos de presentación han cambiado enormemente (Anónimo, 1994).

La evolución del estilo de vida ha hecho variar nuestras costumbres alimentarias, como el poder adquisitivo, la capacidad de innovación de la industria, las modas, el trabajo, etc, la evolución que sigue sobre todo, desde finales del Siglo XVIII. Por todo ello la industria se debe adaptar a esta evolución y concebir productos de la sociedad (Anónimo, 1994).

El calificativo ligero, aligerado, "light" o similar, se admite exclusivamente en los productos alimenticios de consumo corriente comercializados en el mercado que reúnan las siguientes condiciones:

- Que no sean productos alimenticios destinados a una alimentación especial;
- Que existan productos de referencia en el mercado;
- Que hayan sufrido una reducción, como mínimo, del 30% del valor energético respecto al producto de referencia, como consecuencia de una disminución de uno o más ingredientes o componentes, que no afecte la naturaleza del producto.

**1. Sustitutos de grasa.** En la actualidad, existe un gran número de aditivos, como los hidrocoloides de un tipo u otro, que pueden usarse junto con otros componentes alimentarios para producir productos de alta calidad bajos en grasa así como sin grasa (Anónimo, 1994).

Organolépticamente, grasas o aceites pueden descubrirse como una combinación de varios parámetros que juntos forman la sensación que producen, al comer de grasoso o aceitosos. Estos parámetros son la viscosidad, la lubricidad, absorción y otros no definidos pero que pueden incluir factores como la cohesión, adhesividad, etc (Anónimo, 1994).

Mientras que todos estos parámetros no sean cuantificados o claramente definidos, son reconocidos como atributos de los alimentos que contienen grasas y/o aceites. Existen ingredientes que pueden dar estos estímulos organolépticos que pueden sustituir a las grasas en muchos productos alimenticios. Los materiales que tienen estas propiedades tienen un amplio margen de categorías, pero el común denominador de ellos es que son principalmente polímeros polisacáridos, conocidos como hidrocoloides. Existen ocho categorías de reemplazantes de la grasa que son básicamente hidrocoloides o contienen hidrocoloides como parte importante de su composición de ingredientes (Anónimo, 1994).

**2. Sustitutos de grasa sintéticos.** Son los poliésteres de la sucrosa que son producidos por esterificación de la sucrosa con ácidos grasos de cadena larga. Se esterifican en las posiciones 6-8 de los grupos hidroxilo de las sucrosa, dando productos que tienen la apariencia y propiedades físicas de las grasas comunes, pero que son resistentes a la hidrólisis por las enzimas pancreáticas y microbianas por lo que no son digeridas, y por ende no proporcionan calorías. Se emplean en Japón en pequeñas proporciones como emulsionantes y no como reemplazantes de la grasa, puesto que para ese uso no están aprobados por las legislaciones ya que varios estudios han demostrado que causan problemas fisiológicas (Anónimo, 1994).

Ninguno de estos sustitutos sintéticos reemplazantes de las grasas han sido aún aprobados para uso alimentario (Anónimo, 1994).

**3. Emulsionantes.** Como emulsionantes comunes están la lecitina, mono y diglicéridos, esteres de poliglicéridos y polisorbatos. Todos ellos tienen el mismo valor calórico de la grasa, su uso no tiene ninguna ventaja como sustitutivos de la grasa. Además, cuando se usan a altas dosis producen en los productos olores anormales (Anónimo, 1994).

**4. Derivados de féculas o almidones.** En el área de los reemplazantes de la grasa, se ha realizado un enorme trabajo en el estudio de estos productos. Hace muchos años que las féculas degradadas o compuestos de bajo peso molecular y bajo equivalentes de dextrosa tenían las propiedades de los imitadores de la grasa. Uno de los primeros productos que se comercializaron fue la fécula degradada enzimáticamente con un DE (equivalente dextrosa), como dextrinas y maltodextrinas, así como féculas o almidones químicamente modificados y/o pregelaturizados (Industria Alimenticia, 1994).

**5. Hemicelulosas.** Las Hemicelulosas son polisacáridos de las plantas extraídos por soluciones acuosas alcalinas; son la exclusión de las gomas y almidones solubles en agua. Químicamente, son grupos heterogéneos de polisacáridos que contienen una variedad de diferentes azúcares. Son generalmente xilosa, manosa o galactosa y

glucosa. Típicos ejemplos son las hemicelulosas de cereales conocidos como pentosanos que contienen monómeros de xilosa y arabinosa. Estos manómetros pueden contener en posición 2-4 varios azúcares y la cadena del polímero normalmente contiene 50-200 monómeros por molécula (Anónimo, 1994).

**6. Humectantes.** Ayudan a aumentar las propiedades de viscosidad y espesamiento de los hidrocoloides, sorbitol, glicerol, almidones hidrolizados e hidrogenados (Anónimo, 1994).

**7. Mezclas funcionales.** La simple mezcla de varios ingredientes proporciona productos de mayor funcionalidad para aplicaciones especiales. Hoy con el gran interés que existe por los reemplazantes de la grasa se ha desarrollado un gran número de preparados que principalmente están constituidos por féculas o almidones modificados, proteína vegetal y sólidos de jarabe de maíz. En todos ellos es común la inclusión de gomas y almidones. La grasa también puede reemplazarse por una emulsión de grasa agua-proteínas, pudiendo darle a la emulsión más textura añadiendo cortezas cocidas, gelatina, etc (Anónimo, 1994).

**8. Nuevas tecnologías.** Hasta hace muy poco casi todos los productos cárnicos bajos en grasa se conseguían sustituyendo la grasa por agua y emulsionantes o entendedores (proteínas texturizadas). Los investigadores han centrado sus estudios en quitar la grasa y el colesterol de las carnes usando métodos mecánicos (Anónimo, 1994).

Desde 1989, se está ensayando la extracción de la grasa mediante el empleo del sistema SCF (extracción supercrítica de líquidos), que es un proceso en el que, con presiones elevadas y determinadas condiciones de temperatura, se logra que una sustancia rebese un punto crítico. Por encima de este punto crítico, el gas muestra sólo propiedades solventes.

Las ventajas de extracción supercrítica con CO<sub>2</sub> son: los productos extraídos no contienen solventes residuales; el proceso puede realizarse a baja temperatura; el oxígeno es eliminado; y hay una degradación mínima de las proteínas (Anónimo, 1994).

La grasa en los productos cárnicos tiene las siguientes ventajas organolépticas:

- Asegura una textura cortable y/o untable, y
- Potencia el sabor (es portadora de sabor y aromas).

La grasa también tiene una ventaja económica: es fácil de adquirir en grandes cantidades por lo que es un material barato (solo el agua o el aire serían más baratos).

La sustitución de grasa por carne simplemente, daría como resultado un producto con textura rígida y gomosa, poco jugosa y con menos sabor (Jensen, 1991). Una gran variedad de técnicas para reducir o sustituir la grasa esta siendo utilizada para que así los productos cárnicos sean más mercadeables (Giese, 1992).

La demanda del consumidor para la elaboración de productos cárnicos bajos en grasa se basa en los altos riesgos para la salud, debido a dietas con alto contenido de grasas saturadas ya que ocasionan enfermedades cardiovasculares (este tipo de grasa aumenta los niveles de colesterol). Se recomienda la dieta en la cual no más del 30% de las calorías sean proporcionadas por la grasa. Y además las grasas saturadas no deben proveer más del 10% de las calorías totales. También tienen gran importancia estos productos para las personas que desean bajar de peso (Giese, 1992). En la carne magra de res (de contenido graso de 21%), un 70% de las calorías totales son proporcionados por la grasa, 28% de las cuales provienen de grasas saturadas. La mayoría de los productos bajos en grasa tienen un contenido graso de 10% o menos (Giese, 1992).

De una manera al azar, no existía diferencia significativa entre la preferencia de una salchicha de 20% de grasa con una de 12% si no se informaba al consumidor. Cuando los consumidores fueron informados del contenido graso de las salchichas, varios cambiaron su preferencia, eligiendo la salchicha de 12% grasa, por lo que se concluye que existe un gran mercado para las salchichas bajas en grasa y que la aceptación del consumidor hacia este producto se ve enormemente influenciada si se informa sobre el contenido de grasa del producto (Solheim, 1990).

La demanda por alimentos bajos en grasa, ha incrementado la investigación y el interés industrial en el desarrollo de productos cárnicos bajos en grasa y con atributos sensoriales aceptables (Brewer, 1992). Algunos problemas asociados con la producción de una salchicha baja en grasa son la pérdida del sabor y el incremento en su dureza. El enlace del agua añadida, resulta difícil con niveles de grasa reducidos, y el color también puede variar significativamente (Giese, 1992).

La textura elástica y firme obtenida por la reducción del contenido graso en las salchichas, puede disminuirse mediante la prolongación del tiempo en la cortadora. Esto puede llevar a un aumento indeseable en la temperatura, pero ello a su vez se evita sustituyendo la carne fresca por carne congelada. Si la carne congelada provocase un esfuerzo mecánico excesivo, entonces pueden utilizarse una mezcla de carne congelada con carne fresca (Brauer, 1993). En algunos casos se adicionan aceites de pescado polinsaturados donde se obtiene una emulsión con la misma estabilidad a una salchicha control, pero sensorialmente no es aceptado debido al sabor indeseable del pescado (Park, 1989).

### C. Reducción de grasa en embutidos

Los embutidos escaldados, los de mayor consumo en el mundo, puesto que incluyen productos como mortadela enfundada, salchicha tipo Viena, polaco, coctel y salame cocido, se elaboran a partir de carne fresca, no completamente madura. Estos embutidos se someten al proceso de escaldado antes de la comercialización. El tratamiento de calos se aplica con el fin de disminuir el contenido de microorganismos, para favorecer la conservación y coagular las proteínas, de manera que se forme una masa consistente (Anónimo, 1994).

Las nuevas tendencias del mercado han llegado a exigir a los procesadores de carnes productos con reducido contenido de grasa en los productos que más gustan tanto a chicos como grandes. Si bien los procesos regulares se ha venido empleando carnes de animales jóvenes y magros, en teoría la reducción del contenido de grasa en los productos cárnicos parece ser una cuestión sencilla. Se trata, no obstante, de un proceso bastante complejo. Es así que la reducción de grasa puede originar una consistencia demasiado firme y elástica al morder el embutido escaldado (Anónimo, 1994).

Esto se puede evitar mediante el empleo de determinadas tecnologías, mediante el empleo de distintas cantidades de carne magra congelada y no congelada. También se puede evitar el tiempo de emulsificación sin que se sobrepase la temperatura máxima de la pasta de 10°C. De esta manera se puede manejar individualmente la consistencia para el mordido. Especialmente en el caso de los embutidos cocidos, la reducción de grasa a lugar a una mayor firmeza en la consistencia, lo que origina una sensación demasiado firme o elástica al morder. El consumidor considera esto como un aspecto negativo. Debido a ello se planteó la necesidad de optimizar la consistencia (mordido) de un embutido escaldado con reducción de grasa, sin que se originen por ello otras deficiencias tecnológicas como separación de gelatina o grasa (Anónimo, 1994).

En el método que se describe a continuación varía el tiempo de mezclado sin que se sobrepase la temperatura de 10°C. con el incremento del tiempo de emulsificado disminuye la consistencia, lo que da lugar a una mordida más blanda (Anónimo, 1994).

**1. Formulación.** El contenido de grasa y el contenido de agua en los productos cárnicos se encuentran en una relación estrecha. Cuando el contenido de grasa es bajo, se debe aumentar el contenido de agua. Por ello, al optimizar la formulación, debe tenerse en cuenta no solo el porcentaje de grasa en el producto, sino también el contenido de agua (Anónimo, 1994).

**2. Evaluación sensorial.** La fórmula que contiene mayor porcentaje de carne magra, da como resultado en la evaluación sensorial una consistencia firme, una mordida más firme y un color más intenso. La modificación sensorial se debe al porcentaje de carne magra marcadamente mayor en el embutido escaldado con reducción de grasa. La mezcla que se crea debido a ellos no es lo suficientemente suave (Anónimo, 1994).

**3. Material y métodos.** El tiempo de emulsificado/cortado aplicado en el método habitual es demasiado corto para lograr que la mezcla formada por la elevada proporción de carne magra sea más suave. Aquí falta principalmente la grasa, lo que aflojaría la estructura. Si no se dispone de un emulsificador con agregado para nitrógeno, que es el caso que se presenta en muchos establecimientos artesanales medianos, se ve limitado el tiempo de emulsificado por la temperatura de la pasta; una temperatura demasiado elevada puede originar problemas de ligadura y, por lo tanto, fallas de producción (Anónimo, 1994).

Si, en cambio, para compensar esta limitación se procesa la carne magra en forma congelada, se alarga el tiempo de emulsificado sin que se sobrepase la temperatura máxima en la pasta. Sin embargo, la acción mecánica provocada por las cuchillas de la cortadora-emulsificadora, hasta el descongelamiento de la carne magra, es muy grande. La experiencia indica que con el aumento de la acción mecánica se torna más blando el mordido en el producto final (Anónimo, 1994).

El tiempo de emulsificado y la acción mecánica sobre la carne pueden ser variados mediante la modificación en las proporciones entre carne congelada y no congelada. Si es mayor el porcentaje de carne congelada, entonces se acorte el tiempo de emulsificado, disminuyendo la acción mecánica, lo que tiene como consecuencia un producto de mordida firme. Inmediatamente después del procesamiento con la emulsificadora, se embute la pasta. Para ello se aconseja utilizar la tripa más adecuada disponible en el mercado. Seguidamente los embutidos son calentados en baño María a 76°C hasta alcanzar una temperatura en el centro de 70°C (Anónimo, 1994).

La consistencia al morder un embutido escaldado con reducción de grasa puede ser determinada y manejada individualmente mediante el intercambio de carne congelada con carne fresca. Es posible evitar la consistencia firme y elástica al morder que se presenta en los embutidos escaldados con reducción de grasa, debido a la escasa proporción de grasa en la formulación (Anónimo, 1994).

Mediante distintas proporciones de carne congelada y no congelada se puede variar el tiempo de emulsificación, sin sobrepasar la máxima temperatura de 10°C en la pasta. De esta manera resulta posible manejar el mordido en forma individual. Se

logra así un óptimo mordido tierno en los embutidos escaldados con reducción de grasa, tal como desea el consumidor (Anónimo, 1994).

#### **D. Aditivos en la industria cárnica**

Los aditivos alimentarios se pueden definir como sustancias que se añaden intencionadamente a los alimentos, sin propósito de cambiar su valor nutritivo, con la finalidad de modificar sus caracteres, técnicas de elaboración, conservación y/o mejorar su adaptación al uso que se destinen (Anónimo, 1997).

En un principio se consideraba a los aditivos como sustancias inofensivas, pero con el paso de los años, se ha visto que esto no es cierto en muchos casos, existiendo ciertos aditivos que pueden producir fenómenos tóxicos a corto plazo. Para paliar esta situación, se estudian a fondo los diversos aditivos utilizados en alimentación, y las legislaciones de gran número de países han publicado listas de todos aquellos considerados admisibles para su uso en la preparación de alimentos. Es importante notar la diferencia existente entre aditivos, que se añaden intencionalmente a los alimentos, e impurezas que aparecen en los alimentos por diversas razones (procesos de elaboración, mezclas, etc.), (Anónimo, 1997).

En la industria cárnica, los aditivos se utilizan por varias razones:

- Conservación
- Mejora en propiedades funcionales
- Economía

En los sistemas actuales de distribución de alimentos, pueden pasar muchos días entre la elaboración y el consumo, por lo que en muchos casos es necesario recurrir a aditivos que se aseguren una correcta conservación de los productos (Anónimo, 1997).

Con los aditivos se pueden mejorar las cualidades organolépticas (color, sabor y olor) con lo que el producto será más atractivo al consumidor. Por otra parte, es posible conseguir mezclas de menor costo al hacer un producto y mantener su buen sabor, olor y color con aditivos autorizados, resultando así unos menores gastos de elaboración (Anónimo, 1997).

Los aditivos se clasifican según su uso:

- Aditivos capaces de modificar características organolépticas tales como: colorantes, aromas, potenciadores o correctores de sabor y edulcorantes.
- Aditivos que mejoran el aspecto o características físicas del alimento tales como: estabilizantes, emulgentes, espesantes, gelificantes, etc.
- Aditivos que evitan alteraciones químicas y biológicas tales como los conservadores, antioxidantes y sinérgicos de los antioxidantes.

- Aditivos mejoradores o correctores de las propiedades del alimento, tales como los reguladores del pH y los gasificantes (Anónimo, 1997).

## **E. Las proteínas lácteas como ingredientes**

Los elementos constitutivos básicos de las proteínas son los aminoácidos, muchos de los cuales son esenciales para el crecimiento y el mantenimiento. Las proteínas lácteas funcionan en un gran número de productos alimenticios formulados, interactuando con otras proteínas o componentes de comidas para fijar la grasa o el agua, la emulsificación de la grasa, formar geles o cremas batidas, mejorar la estabilidad y cambiar la apariencia, textura o sabor. El tipo de proteína láctea que se une determinará sus propiedades funcionales. (Aimutis, 1996)

**1. Proceso para extraer compuestos de leche.** Un 3.6% de la leche es proteína, la cual está compuesta de dos fracciones: caseína y suero. Las proteínas de caseína componen aproximadamente el 80% de la proteína en la leche y existen en forma micelar. La fracción restante, que es el suero se encuentra en la leche como monómeros o compuestos dímeros. Los fabricantes de proteínas lácteas han desarrollado tecnologías para la separación de estas fracciones con el fin de explotar sus propiedades funcionales (Aimutis, 1996).

Estas fracciones incluyen caseína ácida, caseína láctea, caseína de cuajo y concentrados de proteína de suero. La remoción de la caseína de la leche desgrasada se logra por dos procesos industriales: 1) es precipitada de la leche desgrasada reduciendo el pH a su punto isoelectrico (pH 4.6) ó 2) es coagulada por cuajo enzimático. La caseína láctea es fabricada cultivando leche desgrasada con cultivos microbianos que convierten la lactosa en ácido láctico. La caseína se precipita cuando el pH es inferior a 4.6 (Aimutis, 1996).

Se preparan los caseinatos de sodio y de calcio solubilizando la caseína ácida con hidróxido de sodio o de calcio respectivamente. Los caseinatos se deshidratan ya sea por atomización o con un secador rotatorio. El suero que es recuperado de la fabricación de caseína puede ser procesado aún más, de diferentes maneras, para obtener productos de proteína para aplicaciones industriales. (Aimutis, 1996).

Se fabrican varios productos diferentes del suero que es sometido a un procesamiento posterior, incluyendo polvo de suero entero, concentrado de proteína de suero e aislado de proteína de suero. (Aimutis, 1996).

Se concentra el suero por ultrafiltración y diafiltración y es secado por atomización para producir concentrados de proteína de suero. La ultrafiltración se sirve de una

membrana presurizada para separar en forma selectiva las proteínas del suero de la lactosa, minerales y agua. Los productos de concentrado de suero tienen un contenido de proteína entre 35 y 85% en base seca. El aislado de la proteína de suero tiene un contenido de proteína de 90% en base seca y es procesado usando la tecnología de intercambio iónico. (Aimutis, 1996).

**2. El uso de la proteína láctea.** Las caseínas (ácidas y lácteas) no son solubles en agua y estables a temperaturas altas. Se usan en alimentos por su valor nutritivo y propiedades funcionales. Las propiedades en cuanto a sensación en el paladar, textura, efecto blanqueador y emulsificante son utilizadas en el procesamiento de cremas para café, fórmulas para bebés y en quesos procesados/fundidos e imitaciones de queso (Aimutis, 1996).

La caseína de cuajo se usa en la fabricación de imitaciones de queso y glaceados para pastelería. Desde el punto de vista funcional, la caseína de cuajo tiene buenas propiedades emulsificantes, capacidad de retención de agua y sabor estable. La formación de capas ofrece otros usos para esta proteína (Aimutis, 1996).

Las proteínas lácteas hidrolizadas se pueden usar en las industrias cárnicas y de productos horneados que utilizan las propiedades funcionales de la formación de capas, emulsificación, fijación del agua y la grasa y cambios de la textura (Aimutis, 1996).

Hay muchas proteínas lácteas que tienen una diversificación de propiedades de las cuales los científicos de la industria alimenticia pueden escoger cuando están formulando productos alimenticios. Los productores de proteínas son una excelente fuente de información sobre el cuál forma del producto pueden utilizar en las formulaciones. Nuevos productos y cambios en los procedimientos de elaboración permiten que los productores puedan continuar ofreciendo productos de proteínas funcionales para una variedad de aplicaciones que está creciendo cada día (Aimutis, 1996).

## **F. Ingredientes funcionales: desarrollos en las proteínas de la leche**

La leche, uno de los alimentos fundamentales para la humanidad, posee una máxima cantidad de componentes sofisticados. Pero la industria no tiene tiempo que perder, por lo que se siguen haciendo esfuerzos para mejorar la calidad de los ingredientes derivados de la leche y utilizarlos en todo lo posible. Las proteínas derivadas de la leche se emplean virtualmente en todas las categorías de alimentos. Por ejemplo, las proteínas del suero son emulsificantes muy efectivas. Permanecen solubles en bajos pH y son particularmente útiles en productos acidificados como bebidas a base de jugos, aderezos para ensaladas y cremas para untar. Su habilidad

para gelatinizar y aumentar la viscosidad puede ayudar también a estabilizar emulsiones en productos cárnicos y horneados (Dzuik, 1998).

Tabla 1: Características de las proteínas de la leche

Ingrediente	Contenido de proteínas	Propiedades	Aplicaciones
Polvo de leche descremada	33.9-35.6%	Emulsificación, mezcla con agua esponjado	Variedad de productos lácteos glaseados, mezclas secas, pan, pasteles confitería
Caseinatos	89-84%	Emulsificación superior, mezcla con agua, salsas	Productos cárnicos, productos lácteos y de panadería
Suero en polvo	2.5-13.1%	Esponjado, textura, absorción del medio	Productos lácteos y panadería, confitería, productos cárnicos.
Concentrados proteínicos de suero	34-50%	Buena solubilidad, emulsificación	Panadería, cárnicos, yoghurt, quesos.
Concentrados proteínicos de suero	50-65%	Gelatinización, mezcla del agua	Postres congelados, mezclas secas para pasteles, aderezos.
Concentrados proteínicos de suero	70-80%	Emulsificación, esponjado, gelatinización, mezcla del recubrimiento de batidos.	Productos cárnicos, pasta, sustitutos de grasa y agua.
Proteína de suero	90% +	Realzando de las propiedades arriba mencionadas	Bebidas, fórmulas para infantes.
Lactoferrin	98%	Antimicrobial	Fórmulas para infantes, bebidas funcionales.

(Dzuik, 1998)

## G. Otros productos proteicos

### 1. Productos de proteína de suero

**a. Lactoalbúmina.** Se obtiene por calor (desnaturalización). El precipitado que se obtiene es separado, lavado y secado. La desnaturalización por calor resulta en un 90% de producto proteico con solubilidad y funcionalidad reducida, pero el valor nutricional es retenido y el producto tiene buenas propiedades de absorción (Dzuik, 1998).

**b. Lactoalbúmina hidrolizado.** Enzimas son adheridas a la lactoalbúmina para romper los lazos pépticos que sostienen juntos a los aminoácidos. Esto resulta en proteína fragmentada con incremento de solubilidad y funcionalidad. Cuando es altamente hidrolizada se reducen las reacciones alérgicas (Dzuik, 1998).

**c. Suero en polvo.** Contiene todos los sólidos originales del suero. Los componentes solubles del agua no son removidos por ultrafiltración. En lugar de esto el suero es concentrado evaporando el agua y después es secado. Esto quiere decir que la grasa, minerales y lactosa son retenidos en el producto. El principal uso del suero en polvo es ser recurso de leche sólida (Dzuik, 1998).

**d. Suero en polvo desmineralizado.** Los minerales son removidos del suero en polvo antes del secado. El producto es usado en fórmulas infantiles. (Dzuik, 1998).

**e. Aislado de proteína de suero.** El pH del suero es ajustado a 3 para obtener una carga positiva global en las proteínas. El suero es pasado a través de una columna de intercambio iónico, la cual contiene carga negativa en la resina. Las proteínas se unen a la resina y de este modo son separadas. Esta solución pura de proteína es ultrafiltrada y secada por aspersion para obtener un polvo de alto contenido proteico (> 90% proteína). (Dzuik, 1998).

## **2. Productos de la caseína:**

**a. Caseína.** Es la proteína de la leche que es precipitada por ácido a un pH de 4.6 ó enzimáticamente a un pH neutral (cuajo). La cuajada que resulta es separada del suero, lavada muy bien y luego secada. El producto es insoluble en agua pero es soluble en pH alcalino (pH > 7). (Badui, 1997).

**b. Caseinato.** Es la caseína que ha sido disuelta en soluciones alcalinas y pasado nuevamente por el paso del secado, de esta forma, el producto es soluble en agua. Como sea, el producto es no soluble bajo condiciones ácidas. (Badui, 1997).

## **3. Productos que contienen ambos: suero y caseína**

**a. Aislado de proteína de leche (proteína de leche total).** Se obtiene cuando la caseína y el suero son precipitadas en pH ácido. El precipitado es lavado (para remover las impurezas) y después son secadas. Seguidamente se disuelve en solución alcalina (para remover solubilidad) y luego secadas nuevamente (Badui, 1997).

**b. Leche en polvo.** Esta es concentrada por evaporación y luego es secada. La leche en polvo ha tenido un contenido bajo en proteínas (35-40%). (Badui, 1997).

**c. Concentrado de proteína de leche.** La leche descremada es ultrafiltrada para incrementar el contenido proteico y luego es secada. Este producto puede contener de un 50-80% de proteína (Badui, 1997).

## H. ¿QUÉ ES EL SUERO DE LECHE?

Durante la elaboración del queso se hace coagular la leche mediante la adición de cuajo. Con ello la leche se descompone en dos partes: una masa semisólida, compuesta de caseína y el suero de leche. El suero de leche es transparente y de color amarillo verdoso y tiene un sabor ligeramente ácido, bastante agradable ([www.melody.com/cgi-bin](http://www.melody.com/cgi-bin), 2000)

Los investigadores descubrieron que los componentes de la leche desempeñan una larga lista de funciones fisiológicas que benefician a la salud; sus investigaciones conllevaron a la industria de lácteos a desarrollar un gran número de ingredientes especiales derivados de la leche, pertinentes ahora que las personas están cada vez más conscientes de la importancia de lo que ingieren ([www.calidadalimentaria.com](http://www.calidadalimentaria.com), 1999).

El suero de leche es un coproducto generado durante la producción de queso. Aún después de que se ha elaborado el queso, este coproducto contiene 50% de los nutrientes originales de la leche, y sus envidiables características lo han convertido en un ingrediente cada vez más socorrido por las empresas dedicadas a elaborar productos alimenticios. ([www.calidadalimentaria.com](http://www.calidadalimentaria.com), 1999).

La leche de vaca está compuesta por 3.6% de proteína; 4.1 % de grasa; 5.0% de azúcar; 0.7% de minerales y 86.6% de agua. Para ser más específico: la leche contiene aproximadamente 9 tipos básicos de proteína y 8 tipos diferentes de lípidos y lactosa, más 9 vitaminas y cinco minerales. Cada uno de estos componentes de la leche desempeña funciones específicas en el organismo, tanto individualmente como en combinación con uno o más de los otros componentes, resultando en beneficios reales para la salud a lo largo de la vida. La lista de componentes de la leche incluye proteínas, vitaminas, minerales y lípidos, todos ellos contribuyen para hacer de la leche un paquete nutricional muy poderoso y una excelente fuente de nutrientes biodisponibles. ([www.calidadalimentaria.com](http://www.calidadalimentaria.com), 1999).

El proceso de purificación subsiguiente también afecta el contenido de los ingredientes producidos, y es por eso que existe una gama tan amplia de ingredientes diferentes fabricados a partir de la leche. Para enriquecer o fortificar un producto alimenticio con un componente específico de la leche a fin de producir un beneficio para la salud, puede seleccionarse una entre las varias alternativas existentes, de las cuales, el suero es un ingrediente digno de considerar. El suero generado cuando la leche es procesada para producir quesos- es una fuente de proteínas, hidratos de carbono y minerales de alta calidad y biológicamente activos. ([www.calidadalimentaria.com](http://www.calidadalimentaria.com), 1999).

El contenido proteico de la leche se compone de las caseínas - proteínas de la leche- y las proteínas del suero; estas últimas resultan fáciles de digerir y contienen un perfil de aminoácidos que en ocasiones excede los requerimientos de aminoácidos esenciales especificados por la Organización para la Agricultura y Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la salud. ([www.calidadalimentaria.com](http://www.calidadalimentaria.com), 1999).

El suero se compone de:

- grasa: generalmente no se desea su existencia, así que es eliminada como crema de suero;
- ácido láctico: se forma durante la producción de queso cuando la lactosa se divide en glucosa y galactosa y ésta última en ácido láctico;
- nitrógeno no proteico: se trata de nitrógeno de bajo peso molecular que generalmente no resulta importante durante el procesamiento;
- minerales: 8% de los sólidos, incluyen calcio, potasio, sodio, magnesio, fosfatos, citratos, cloruros, sulfatos y bicarbonato;
- lactosa: 82% de los sólidos; glucosa más galactosa, formas alfa y beta, separable por cristalización;
- proteínas: 10% de los sólidos; principalmente betalactoglobulina y alfa-lactalbumina. ([www.calidadalimentaria.com](http://www.calidadalimentaria.com), 1999)

**1. Tecnología para generación de derivados de leche.** Los procesos comúnmente utilizados para generar productos de suero son:

- Evaporación/secado: común para casi todos los productos de suero.
- Centrifugación: utilizado para productos altamente puros, especialmente si se combina con pasos de lavado; común para remover la grasa; al basarse en la diferencia de peso entre los componentes, se logra la permanencia de los deseados y la remoción de los indeseados.
- Cristalización: se utiliza en procesos lentos y a bajas temperaturas; generalmente se combina con otros procesos para producción o eliminación de lactosa - puede obtenerse lactosa muy pura combinado con refinado y decantación.
- Cromatografía: se logra un producto de alto valor agregado con volúmenes relativamente bajos de entrada.
- Intercambio iónico: utilizado para remover minerales y lograr proteínas puras; se basa en el intercambio de iones (minerales) en la solución por iones en las gotas.
- Electrodialisis: permite una operación continua, y permite una eliminación de 70 a 75% de minerales; consiste en un sistema de membranas semi-permeables que

permiten la migración de iones hacia ánodos o cátodos para poder removerlos y retener las proteínas. (www.calidadalimentaria.com, 1999)

- Procesos que utilizan membranas: con base en separación por presión y el uso de membranas semi-permeables a bajas temperaturas; se combinan con osmosis inversa, nanofiltración, ultrafiltración y microfiltración.

En general, las proteínas del suero son separadas de la caseína por precipitación isoelectrica con pH 4.6 o por la acción del cuajo usado en el proceso de fabricación de queso. El aislado de proteína de suero contiene aproximadamente 92% de proteína y 4% de humedad. El sabor es generalmente descrito como suave, aunque diferente del sabor de la leche debido al hecho de que la lactosa y la grasa están presentes en el aislado en cantidades extremadamente reducidas. (www.calidadalimentaria.com, 1999)

Los productos de suero poseen muchas propiedades funcionales diferentes que se prestan en forma natural a múltiples aplicaciones como ingredientes para productos alimenticios (www.calidadalimentaria.com, 1999).

Algunos de los sectores que utilizan productos de suero de leche actualmente incluyen:

- cárnicos: carnes procesadas, embutidos, pescados.
- lácteos: helados, yogur, productos lácteos untables, productos de queso.
- panificados: bases para pasteles, galletas, glaseados, barras nutritivas, cortezas.
- confitería: chocolates, coberturas, rellenos, caramelos, barras de dulce.
- bebidas: mezclas para cocoa, crema para café, bebidas para deportistas.

**2. Aspectos nutricionales de las proteínas de suero.** Las proteínas del suero poseen uno de los más altos índices de valor biológico en comparación con otras fuentes de proteína -como huevos, leche, carne bovina, soya y caseína-, cuando son evaluadas mediante el método llamado Tasa de Eficiencia Proteica (PER), (Huginin, 1999)

Otro método -actualmente usado como patrón en muchos casos- para analizar y medir el valor biológico de las proteínas es el índice de digestibilidad proteica -contenido corregido de aminoácidos o PDCAAS. Este método también clasifica el aislado de proteína de suero como una de las mejores fuentes de proteína, atribuyéndole al producto un índice de 1.0. (Huginin, 1999).

El contenido de aminoácidos esenciales de proteínas del suero es mayor que los de cualquier otra fuente, como huevos, caseína y soya. Los aminoácidos esenciales responden por aproximadamente 60% del contenido proteico total del suero. El suero

contiene niveles extraordinariamente elevados de Leucina y Lisina en comparación con el aislado de proteína de soya o clara de huevo deshidratada, además de constituir una buena fuente de aminoácidos, tales como Cisteína y Metionina. Estos aminoácidos controlan los niveles de antioxidantes en el organismo y se cree que ellos también estabilizan el DNA. Durante la división de las células. (Huginin, 1999).

Otra ventaja de emplear proteínas de suero en la formación de nuevos productos consiste en su elevado contenido (casi 26%) de aminoácidos de cadena ramificada (ACR). Este tipo de aminoácidos incorpora un beneficio significativo a las bebidas para atletas u otros productos idealizados para ofrecer energía a las personas que se someten a ejercicios físicos intensos o prolongados. (5). Los ACR o aminoácidos de cadena ramificada (Leucina, Isoleucina y Valina), proveedores de energía directamente a los músculos del esqueleto durante ejercicios extensivos, no son metabolizados primero por el hígado, como ocurre con los otros tipos de aminoácidos. (Huginin, 1999).

Novedades aún más promisorias e interesantes se derivan de la actividad biológica de las proteínas de suero individuales. La betalactoglobulina - aproximadamente 50% del contenido total de las proteínas de suero en la leche bovina- es una proteína capaz de ligar retinol y por este motivo se cree que puede ser capaz de ligar también vitamina A y ofrecer esta vitamina a recién nacidos.

Además, la leche de animales que dependen de inmunidad pasiva contiene betalactoglobulina. Esta proteína enlaza al calcio y zinc y cuenta con una homología de secuencia parcial a las proteínas que enlazan retinol. Tanto la betalactoglobulina como la alfa lactalbumina influyen en la actividad mitótica en la glándula mamaria, como la capacidad del organismo de sintetizar proteínas. (Huginin, 1999).

## **I. Selección de ingredientes de suero**

La selección de ingredientes adecuados y en cantidades adecuadas se basa en las siguientes consideraciones:

Si los aspectos nutrimentales específicos como el contenido de nutrimentos (alto en calcio) o aspectos saludables (bajos en grasa) se van a tomar en cuenta, las carnes procesadas deben elaborarse para cumplir con estos requisitos. Los productos de suero ofrecen fuentes importantes de proteínas de alta calidad y minerales lácteos como el calcio y el fósforo. El desarrollo de nuevos productos "modificados" es posible utilizando WPC-75 hasta WPI-90. (Keaton, 1999).

Además, los WPC y WPI ofrecen un impacto indirecto en las fórmulas donde la reducción de grasas y/o azúcares se realiza reemplazando la funcionalidad de la grasa

o azúcar eliminadas. La mayoría de las preparaciones de condimentos son altamente compatibles con los ingredientes de suero. Cuando las fórmulas resultan en una mayor producción, una menor modificación de mezclas de especias/condimentos puede ser necesaria para evitar la dilución de los perfiles de sabor deseados. (Keaton, 1999).

El contenido funcional de proteínas de los productos de suero es muy importante. Es necesario asegurar que la aplicación de cualquier ingrediente de suero sea compatible con las restricciones reglamentarias locales.

El suero, particularmente el suero dulce, agrega cierto grado de sabor dulce a cualquier mezcla. Dependiendo de las especificaciones de la fórmula, se puede reducir los edulcorantes agregados, utilizando el suero para aumentar la aceptación de los consumidores. (Keaton, 1999).

Cuando existe muy poca interacción entre los componentes de los ingredientes de suero y los emulsificantes químicos, puede existir una interacción importante entre los componentes del suero y las gomas estabilizadoras (es decir, calcio libre y pectina de bajo metoxilo). (Keaton, 1999).

El uso de la proteína de suero o productos de lactosa no cambia significativamente el procesamiento o las condiciones bajo las cuales las carnes procesadas se preparan. Debe tenerse cuidado al manejar y agregar el suero y la lactosa para asegurar una total y completa hidratación y funcionalidad. (Keaton, 1999).

Los productos de suero agregan proteína y ligan agua en las fórmulas de carnes procesadas, produciendo un ingrediente de mezcla importante y ahorros en los costos. Además, mejoran el rendimiento del producto terminado. (Keaton, 1999).

## **J. Concentrados de proteína de suero**

**1. Manufactura.** Los concentrados de proteína de suero son generalmente hechos por la ultrafiltración del suero. La ultrafiltración es un método que usan membranas semi-permeables con tamaños de poro definidos. (NZMP)

Los poros son demasiado pequeños para el paso de las proteínas pero muy grandes para remover el agua, lactosa, minerales y pequeñas moléculas de nitrógeno del suero. Conforme el suero va pasando a través de las membranas, las proteínas de suero se van haciendo más y más concentradas. La diafiltración es a veces usada para remover mas agua soluble que se encuentra en la proteína. Se le agrega agua extra al concentrado, y es nuevamente ultrafiltrado. El concentrado de proteína es

evaporado normalmente después, secado por atomización y empacado en polvo en sacos de 20 ó 25 Kg. (NZMP)

Tabla 2: Fracciones de la proteína del suero

<b>Descripción proteica</b>	<b>% Proteína total</b>
$\beta$ -lactoglobulina	50-65
$\alpha$ -lactoalbúmina	10-15
Suero albúmina de bovino	5-10
Inmunoglobulinas	7-12
Proteasas en suero	3-15
Proteínas menores	< 1
Proteínas no nitrogenadas	1-7

(Harper, 1984)

Estos rangos cubren los tipos y factores según sea la temporada y las características de las proteínas son muy dependientes del tipo de suero (NZMP).

Como se puede ver en la tabla, la  $\beta$ -lactoglobulina es la proteína predominante y es de pensar que es la que domina las proteínas de los concentrados de proteína de suero. Las primeras cuatro proteínas son globulares.

Las proteasas en suero son productos de degradación de la caseína. Y la fracción de proteínas no nitrogenadas incluyen compuestos como aminoácidos y péptidos (cadena corta de aminoácidos) (NZMP)

**2. Propiedades de las proteínas de suero.** Las proteínas globulares, especialmente la  $\beta$ -lactoglobulina,  $\alpha$ -lactoalbúmina y suero albúmina de bovino, tienen un número de características químicas similares de donde originalmente se derivan a continuación se enlistan en la tabla.

Tabla # 3: Propiedades de las proteínas de suero

<b>1. Estado nativo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Globular: de esféricas a elípticas.</li> <li>• 60-80% de los a.a. están escondidos entre las moléculas.</li> <li>• Moléculas discretas aunque la <math>\beta</math>-lactoglobulina es a menudo un dímero (dos enlaces juntos).</li> </ul>
<b>2. Contenido de aminoácidos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cadena llena de aminoácidos es presente.</li> <li>• El aminoácido cisteína puede formar puentes disulfídicos.</li> </ul>
<b>3. Distribución de carga</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambos grupos positivos y negativos están distribuidos aun dentro de las moléculas.</li> </ul>
<b>4. Punto isoeléctrico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aproximadamente un pH de 4-5</li> <li>• Las proteínas del suero se convierten en cargas negativas arriba de este pH y cargadas positivas debajo de este.</li> </ul>
<b>5. Hidrofobicidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Razonablemente alta: eventualmente distribuida dentro de la proteína.</li> </ul>

(Harper, 1984)

## **K. UN INGREDIENTE VERSÁTIL: PRODUCTOS DE PROTEÍNA DE SUERO Y LACTOSA EN CARNES PROCESADAS**

La mejora en la calidad, la optimización nutrimental y la economía son aspectos clave en el uso de ingredientes de proteína de suero en carnes procesadas. Los nuevos procesos dan como resultado ingredientes con mejor sabor, funcionalidad e impacto económico, ofreciendo a los fabricantes de todo el mundo un desarrollo interesante de los productos del suero en las carnes procesadas. (Keaton, 1999).

La lactosa puede utilizarse para reemplazar parcialmente al azúcar, dextrosa y/o sólidos de jarabe de maíz en las carnes procesadas. Se debe considerar algunos aspectos clave relativos al sabor dulce y a los costos para lograr una fórmula adecuada. La lactosa es componente de algunos ingredientes de suero, como el suero dulce en polvo. (Keaton, 1999).

El uso de ingredientes lácteos que reemplazan o aumentan la función proteínica en carnes procesadas es claro. Algo de esta funcionalidad (emulsificación, ligar agua y gelación) puede provenir de las proteínas de suero sin caseína y extremadamente funcionales.

Esto puede dar como resultado una mejor estabilidad de la emulsión, características de rebanado, cocción (mejor capacidad de ligar agua), sabor y menor costo (Keaton, 1999).

El uso de las proteínas de suero puede también considerarse como un reemplazo parcial de las proteínas de la carne, reemplazo total o parcial de los productos de proteína de soya y de otras uniones/rellenos, almidones modificados y gomas hidrocoloides (alginatos, goma arábica, entre otras) en carnes procesadas.

El resultado es una carne procesada con una mejor funcionalidad, sabor y mayor rendimiento después de la cocción, a un costo significativamente menor. (Keaton, 1999).

## **L. BENEFICIOS FUNCIONALES: VENTAJAS**

**1. Retenedor de agua.** Cuando las proteínas de suero son desdobladas por calentamiento excesivo, la superficie de la proteína incrementa substancialmente, por eso es que se incrementa la retención de agua en la proteína. Esta habilidad de retener agua formado el gel (calentamiento a 70 ° C).

Aquí la red de gel ayuda a atrapar el agua, previniendo la pérdida de humedad (sinéresis). Esto es de mucha ayuda en la fabricación de jamones, salchichas, panes, cereales, natillas, helados, pastas y sopas (NZMP).

Si la sal está presente en el alimento, la capacidad de retención de agua disminuye, provocando así sinéresis. Pero esto se puede arreglar cuando se realizan cambios en la manufactura de los concentrados de proteína (NZMP)

La capacidad de retención de agua es inversamente proporcional a la solubilidad, ie. La desnaturalización de las proteínas de suero da a los concentrados mucha retención de agua pero con baja solubilidad y viceversa (NZMP).

### Alternativas

Como las proteínas de suero pierden solubilidad, ellos ganan capacidad de retener agua. De esta forma, la proteína de suero desnaturalizado (lactoalbúmina) es insoluble pero tiene alta capacidad de atrapar agua (NZMP). Las proteínas de suero pueden ligar una gran cantidad de agua a través de medios físicos y químicos.

Esto ayuda a mejorar la firmeza, textura y retención de humedad durante el procesamiento y cocción. La reducción de sinéresis (pérdida de humedad) en carnes empacadas al vacío también debe considerarse. Esta importante función puede dar como resultado importantes mejoras en la producción. (Keaton, 1999).

**2. Substitutos.** Cuando se formulan adecuadamente, los ingredientes de suero pueden utilizarse como substitutos sólidos de bajo costo y substitutos de grasa. Además, las proteínas de suero proporcionan atributivos positivos y de textura: sensación al morder firmeza, suavidad y mejoras en la palatabilidad sin ser dura o granulosa. (Keaton, 1999)

**3. Emulsificantes.** Las proteínas de suero son emulsificantes muy eficientes de grasa y aceite. Forman fácilmente emulsiones estables y pueden utilizarse para sustituir total o parcialmente a los emulsificantes químicos, proteínas de la carne y otras como la soya. Además, la grasa en los productos de proteína de suero es relativamente alta es fosfolípidos, junto con la capacidad de emulsificación de cualquier ingrediente de suero en particular. (Keaton, 1999).

**4. Saborizantes y colorantes.** Estos son dos aspectos muy importantes, como es generalmente cierto para todas las proteínas los concentrados deberían ser tan insípidos y descoloridas como sea posible. De esta forma ellos no afectarían en el sabor y color del producto final (Keaton, 1999).

Los productos de suero tienen un sabor dulce/lácteo (suero dulce) a un sabor virtualmente imperceptible (WPC, WPI) en particular. Se debe tener en cuenta el perfil de sabor específico de cada ingrediente de suero a utilizar.

Las proteínas de suero de peso molecular alto (como las proteínas de suero) tienen la tendencia de ligar una variedad de químicos de sabor. Sin embargo, la cantidad y tipo de ingredientes de suero y los condimentos y especias utilizadas en las carnes procesadas raramente causan un impacto en el sabor del producto terminado. (Keaton, 1999).

Al utilizar los productos de suero para aumentar la producción, se debe considerar la dilución potencial de especias y condimentos. Los ligeros incrementos pueden requerir devolver a la carne mejor equilibrio en el sabor.

Los productos de suero pueden optimizar las cualidades del producto terminado como la firmeza (palatabilidad) y textura (suavidad, granulosidad). (Keaton, 1999).

**5. Inhibidor de cristales de hielo.** Las carnes procesadas no se congelan normalmente durante mucho tiempo, pero los productos de suero pueden ofrecer cierto grado de crioprotección cuando se requiera.

Cuando se maneja adecuadamente, puede lograrse una estabilidad superior en el congelamiento/descongelamiento. Esto se debe a la inhibición de la formación de núcleos de cristales de hielo y/o su crecimiento.

Las proteínas de suero y otros componentes juegan un papel muy importante en el manejo del crecimiento de cristales de hielo durante el calor y otros abusos de distribución. (Keaton, 1999).

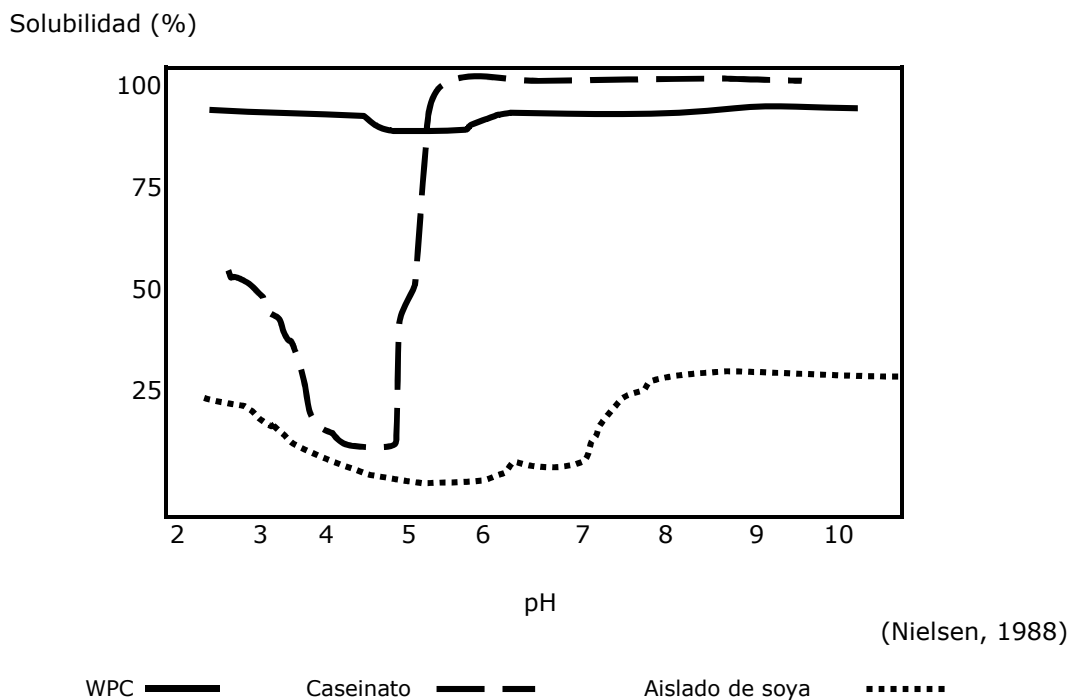
**6. Solubilidad.** En el estado nativo, las proteínas del suero han demostrado excelente solubilidad sobre un amplio rango de pH.

Aún sobre su rango de pH isoeléctrico mantienen acarreado algunas cargas que se repelen unas de otras de esta forma se mantienen solubles.

La solubilidad de otras proteínas tales como el caseinato y la proteína de soya son altamente dependientes de los valores del pH, como se muestra a continuación.

(8)

Figura # 1: Perfiles de solubilidad de algunos productos proteicos para soluciones al 1%



En el estado activo (ie. cuando se calienta sobre 70°C) los concentrados de proteína de suero pueden permanecer solubles, pero normalmente la solubilidad disminuye con un cambio en el pH o se incrementa en la temperatura.

La disminución en la solubilidad depende de la combinación de pH, temperatura y duración del calentamiento. Dependiendo del sistema en el cual las proteínas del suero son desnaturizadas y dependiendo de la concentración de proteína de suero, ambos formarían un gel irreversible o un precipitado (NZMP). Como las proteínas de suero pierden solubilidad, ellas ganan capacidad para retener agua.

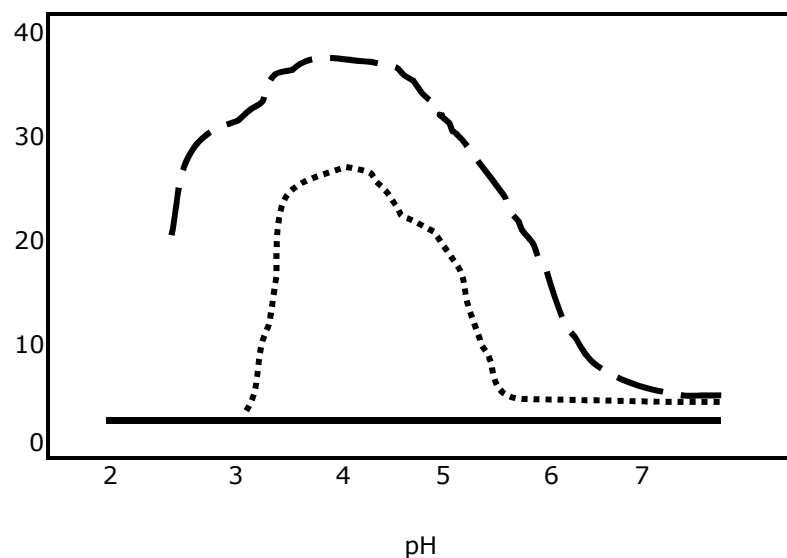
De esta forma, la proteína del suero desnaturizada (lactoalbúmina) es insoluble, pero tiene un alto poder de retener agua. El concentrado de proteína de suero y el aislado de proteína de suero son muy solubles, pero tienen muy limitada la capacidad de retener agua. Los caseinatos y los aislados de soya son insolubles a pH bajos (NZMP).

**7. Viscosidad.** Comparado con otras proteínas, la viscosidad de los concentrados de proteína de suero en soluciones acuosas es baja (similar al agua), aun en concentraciones arriba del 30%. Esto es importante para productos que requieren baja viscosidad como bebidas, salmueras para inyectado de jamones (NZMP). Una vez

que se desarrolla o desenvuelve (ej. por calor) la viscosidad puede incrementar dramáticamente, esto es porque la desnaturalización parcial de la proteína resulta en un área superficial mucho más grande de proteínas y porque tienden a interactuar con cada uno de los agregados y red de geles. Esta característica de viscosidad puede ser usada para espesar comidas durante el calentamiento (NZMP)

Figura # 2: Efecto del pH y del calentamiento en la viscosidad de las soluciones de los concentrados de proteína de suero (5%)

Viscosidad (cP a 60 rpm)



(Nielsen, 1988)

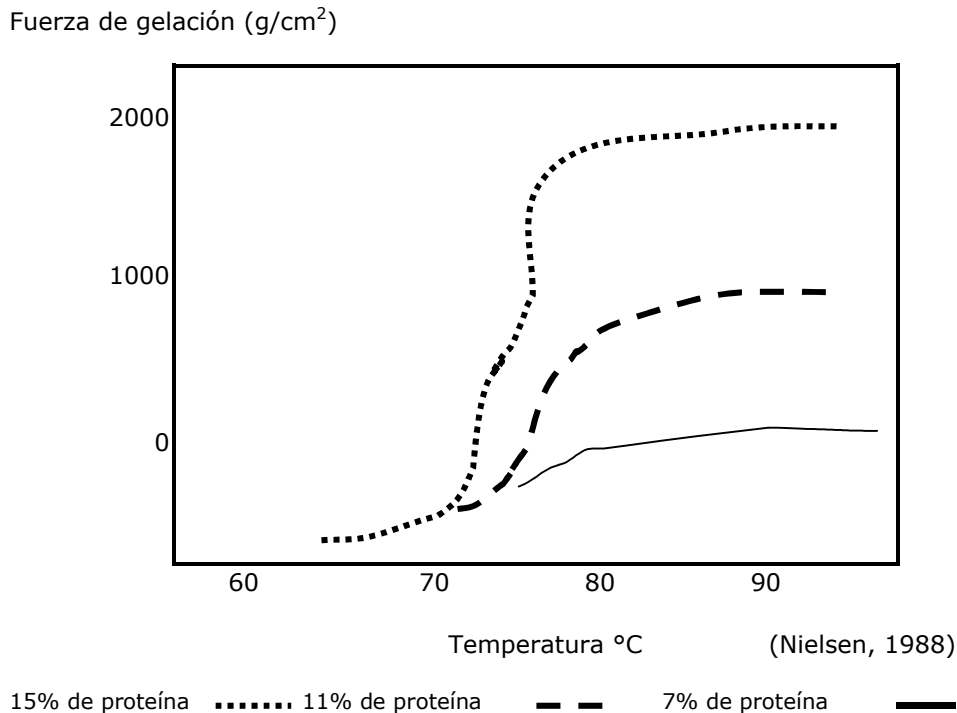
Sin calentamiento — 75°C / 15 min ..... 90°C / 5 min — —

**8. Gelificación.** Bajo condiciones apropiadas, las proteínas de suero tienen la habilidad de formar geles irreversibles reestructurándose en la extendida red tridimensional. La base de este gel es la formación de puentes disulfídicos que permiten fuertes uniones intermoleculares (NZMP).

Los concentrados de proteínas de suero se espesan cuando se calientan pero generalmente la temperatura mínima para empezar la gelación es de 65-70°C.

La fuerza de gelación se incrementa cuando la temperatura se eleva entre 70-100°C, pero un calentamiento arriba de 100°C no incrementa la fuerza de gel. Incrementando la concentración proteica resultan geles mucho más fuertes (NZMP).

Figura # 3: Efecto de la temperatura y concentración de la fuerza de gel después de una hora de calentamiento



Tanto la fuerza de gelación como el tiempo son influenciados por el pH también por el contenido de los minerales y del solio/calcio dentro del radio de la solución de los concentrados de proteína de suero. Los concentrados de proteína de suero forman los geles más fuertes cuando están a un pH neutral.

Cuando se le adiciona sal, el efecto de los geles disminuye la habilidad de retener agua. (NZMP). Las propiedades de gelación pueden ser usadas para modificar características de textura como por ejemplo dureza y elasticidad. Ellas pueden ser usadas también para cambiar productos líquidos a sólidos (NZMP).

**9. Adhesión.** Los concentrados de proteína de suero también pueden mostrar buenas propiedades de adhesión las cuales pueden ser usadas en varias aplicaciones:

- Adherencia de miga de pan a carne o pescado
- Adherencia entre piezas de carne
- Adherencia de glaceados

**10. Económico.** Un aspecto importante del desempeño del producto de suero en las carnes procesadas es la capacidad de controlar los costos en los ingredientes de la mezcla y mejorar la cocción. Seleccionando el producto de suero adecuado, se pueden lograr importantes ahorros.

La mayoría de los ingredientes de proteína de suero puede ofrecer estas oportunidades de ahorro. Dependiendo del tipo de mezcla, los productos de suero pueden dar opacidad a las mezclas y productos terminados. (7)

La relación precio-valor de los productos de suero, en particular las proteínas de suero, es tal, que existen muy pocas fuentes de proteínas equivalentes. Otros nutrimentos valiosos son el calcio y una variedad de componentes saludables y prebióticos. El impacto indirecto del contenido nutrimental de mezclas como en los productos bajos en grasa es también una contribución valiosa de los productos de suero. (NZMP)

## M. APLICACIONES

Las proteínas desempeñan un número de diferentes funciones en los alimentos. A continuación se muestran más detalladas las funciones:

Tabla # 4: Propiedades nutricionales y funcionales de los concentrados de proteína de suero

Propiedad	Modo de acción	Aplicación
1. Nutricional	Fortificación proteica	Bebidas saludables Fórmulas infantiles Cereales y pasta
2. Solubilidad	Compensador proteico	Bebidas
3. Viscosidad	Ligador de agua Espesante	Sopas, gravies Aderezos de ensaladas
4. Gelación	Formación de una matriz proteica y ajuste.	Carnes Yoghurt, quesos
5. Retenedor de agua	El hidrógeno se adhiere al agua. Atrapa el agua.	Carnes, embutidos, surimi Salsas pasteles y pan.
6. Emulsificación	Formación y estabilización de emulsiones grasas.	Salsas, aderezos Embutidos Fórmulas infantiles
7. Espumantes	Forma films estables para atrapar el gas.	Batidos, pasteles Toppings, merengues
8. Formación de films	Forma films estables y adhiere.	Espumas Glaceados
9. Cohesión – Adhesión	Proteínas actúan como material adhesivo.	Carnes, embutidos Pastas

(Harper, 1984)

## **N. CONSIDERACIONES REGLAMENTARIAS**

No existen estándares internacionales (es decir, Codex Alimentarius) para carnes procesadas. En Estados Unidos, los ingredientes de proteína de suero están limitados por contenido de proteína (NZMP)

También, en Estados Unidos, los ingredientes de suero (todos) pueden utilizarse hasta un 8% (en base a un producto terminado) en productos que contienen carne como chili y salsa de carne.

En productos no estándares que contienen carne (por ejemplo, carnes de "imitación", carnes modificadas, sopas, caldos, etc.), no existen limitaciones específicas para el uso del suero o ingredientes de lactosa. En estas aplicaciones, las limitaciones se basan en las cantidades "suficientes". (Keaton, 1999).

### **III. JUSTIFICACIÓN**

Durante los últimos 40 años el consumo y producción de carnes tanto a nivel mundial, como regional, ha venido aumentando. La carne de bovino es la carne más producida y consumida, seguida por la de cerdo. En países de desarrollo como Guatemala se presentó un importante cambio. En 1961 el 60% de las carnes se consumieron en países de desarrollo y el 40% en los no desarrollados. Para el final del año 2000, los países no desarrollados consumieron el 58% de las carnes del mundo. Guatemala tuvo un consumo de 14.123 TM en 1992 y en el 2002 tuvo un consumo de 25.000 TM, reflejando esto un incremento del 6.1%. El consumo anual per cápita Kg/Hab, para el año 2000 fue de 2.4. Por esta razón se decidió hacer este proyecto, ya que el consumo de embutidos va en aumento. El consumidor actual busca productos más saludables la tendencia a buscar salchichas más saludables y de buena calidad, condiciones que cumple dicha salchicha. Además se añade el uso del aditivo a base de concentrado de proteína de suero de leche por las siguientes razones: liga agua, reduce la sinéresis, es agente de volumen, sustituto de sólidos y grasa. Proporcionan atributos positivos como la textura, y no afectan en el sabor que es un aspecto importante en este proyecto.

## **IV. OBJETIVOS**

### A. General:

- Elaborar una salchicha estilo polaco, usando concentrado de proteína de suero de leche.

### B. Específicos:

- Comparar el producto con una salchicha a base de proteína de aislado de soya.
- Evaluar las propiedades físicas, químicas, organolépticas y nutricionales del producto.
- Evaluar los costos de cada producto elaborado.
- Evaluar la pérdida de agua en un tiempo determinado así como su vida de anaquel.

## **V. HIPÓTESIS**

La salchicha estilo polaco elaborada con concentrado de proteína de suero de leche es superior a una salchicha elaborada con aislado de proteína de soya.

## VI. METODOLOGÍA

La lista del equipo y accesorios utilizados tanto para la elaboración de las salchichas como para su análisis se presenta en la sección de apéndices.

La elaboración de la salchicha, así como sus respectivos análisis se detallan a continuación:

### A. Elaboración de las salchichas

Se inició pesando las carnes y los condimentos, cada uno por separado. Se molieron las carnes en un disco de ¼" y se mezclaron las carnes: posta y recorte en la mezcladora de paletas. Se agregaron los condimentos (pimienta, ajo, nuez, apio, cilantro) y los polvos (sal, eritorbato, praga, WPC y SOYA). Ya que estaban bien disueltos los polvos y condimentos, se agregó agua y hielo para que la mezcla fuera homogénea, llegando hasta una temperatura de 2°C. La mezcla lista se pasó en canastas para embutir en la llenadora de pistón con tripa de cerdo. Se amarraron aproximadamente de 9 cm. cada una. Se cocieron en agua hasta una temperatura de 72°C y posteriormente se enfriaron a temperatura menor de 15°C previo al empaque. Se empacaron al vacío en paquetes de 1lb. Esto se hizo para ambas salchichas: Soya y WPC.

### B. Análisis químico de las muestras

Tanto la muestra de salchicha con aislado de soya como la muestra de WPC, fueron analizadas químicamente en tres repeticiones. El contenido de sólidos totales, humedad, cenizas, proteína y grasa fueron determinados por el método de la AOAC, descrito en la sección de apéndices. Los carbohidratos totales se obtuvieron por diferencia. Para la textura se utilizó un Penetrómetro 10 N.

### C. Análisis microbiológicos de las muestras

Los análisis se hicieron para ambas salchichas. Para la detección de Recuento Total de Bacterias, Coliformes, *E.Coli* y *Staphylococcus aureus*, se utilizó Agua Peptonada Tamponada. Para la siembra de Coliformes y *E. Coli* se utilizó el agar Chromocult. Para la identificación de Bacterias Aerobias se utilizó en Método de Plate Count Agar, todos descritos en la sección de apéndices. Se analizaron los días 1, 5, 8, 15, 25 y 30 respectivamente para observar el crecimiento bacteriano de las mismas.

#### D. Análisis de pérdida de agua

Este análisis se llevó por medio de diferencial de pesos. El producto fue empacado y se tomó el peso inicial de las salchichas el mismo día que se elaboró el producto, se hizo por quintuplicado, siendo este el día 1 y así sucesivamente se midió cada 5, 8, 15, 25 y 30 días para medir la pérdida de agua en las salchichas. Se utilizó de una balanza analítica marca EDLUND Modelo E80 con capacidad de 80oz/2000g y un porcentaje de error de 0.1oz/ 1g para poder pesar las salchichas.

#### E. Análisis sensorial del producto

El análisis sensorial se llevó a cabo con el fin de evaluar los cambios durante el tiempo de vida de anaquel. Se usó el Test de Puntaje Compuesto, ya que en él se calificó cada muestra (por duplicado), se le dio a cada característica un puntaje adecuado y de acuerdo al máximo indicado. Se codificó como muestra A a la salchicha a base de WPC y como muestra B a la salchicha a base de SOYA . El test se describe en la sección de apéndices.

#### F. Panel sensorial del producto

Como prueba orientada hacia el producto, se realizó el Método de Triángulo para determinar similitud o diferencia entre los productos. Se presentaron simultáneamente tres muestras codificadas aleatoriamente a un total de 30 panelistas (2 muestras eran iguales y una, diferente). Los panelistas seleccionaron la muestra que a su criterio era la diferente. Para evaluar la significancia de los resultados, se utilizó la tabla binomial de un extremo (ver sección de apéndices), exigiendo una probabilidad menor a 0.05 para tener significancia.

Para poder determinar qué tipo de salchicha gustaría más al consumidor, se realizó la prueba de preferencia pareada, para la cual dos muestras codificadas aleatoriamente se presentaron a los panelistas, seleccionando ellos la muestra que preferían. Para evaluar la significancia de los resultados, se utilizó la tabla binomial de dos extremos (ver sección de apéndices), exigiendo una probabilidad menor a 0.05 para tener significancia.

La muestra de las boletas utilizadas para las evaluaciones sensoriales se presenta en la sección de apéndices. Para los dos tipos de pruebas sensoriales se evaluaron las características de color, textura, olor y sabor; además para la prueba de preferencia pareada se evaluó también la aceptabilidad general del producto.

## **VII. DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **A. Unidad experimental**

Dos salchichas estilo polaco, una a base de aislado de soya y otra a base de concentrado de proteína de suero de leche. Se evaluó la pérdida de agua durante un mes, utilizando un paquete por día de cada prueba.

Se designó una balanza analítica para todo el proceso. Se empaacan nuevamente al vacío y se refrigeran. La evaluación de microbiología se hizo durante un mes. Las propiedades químicas se evaluaron por triplicado

### **B. Análisis sensorial**

La prueba para la preferencia del producto fue la de preferencia pareada. Para comprobar la diferencia entre las características organolépticas se utilizó la prueba de Triángulo, cuyo  $n = 30$ .

### **C. Análisis estadístico**

Se llevó a cabo el análisis estadístico de varianza ANDEVA. Con un  $p = 0.05$ .

## VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante este trabajo de investigación se elaboraron dos salchichas estilo polaco, en una de ellas se usó concentrado de proteína de suero de leche (por sus siglas en inglés WPC) y la otra se sustituyó por aislado de SOYA, ambas como extensor principal.

Análisis proximal:

Las características evaluadas en las salchichas fueron: humedad, ceniza, grasa, proteínas y carbohidratos totales. Las desviaciones estándar respectivas de los datos obtenidos en tres repeticiones se muestran en la Tabla #1.

Tabla #1: Resultado del análisis proximal de las salchichas WPC y SOYA (g/300g)

Salchicha	Humedad	Cenizas	Grasa	Proteínas	Carbohidratos
WPC	62.76	2.56 ± 0.05	16.17 ± 0.08	17.77 ± 0.04	0.74 ± 0.12
SOYA	62.05	2.32 ± 0.09	25.13 ± 0.11	17.95 ± 0.01	0.44 ± 0.12

El componente que más varió fue la grasa. De 16.17% a 25.13%. Esta diferencia se debe a que la salchicha WPC fungió como agente de volumen, ya que cuando se formulan adecuadamente, los ingredientes del concentrado de suero se pueden utilizar como reemplazantes de grasa de bajo costo.

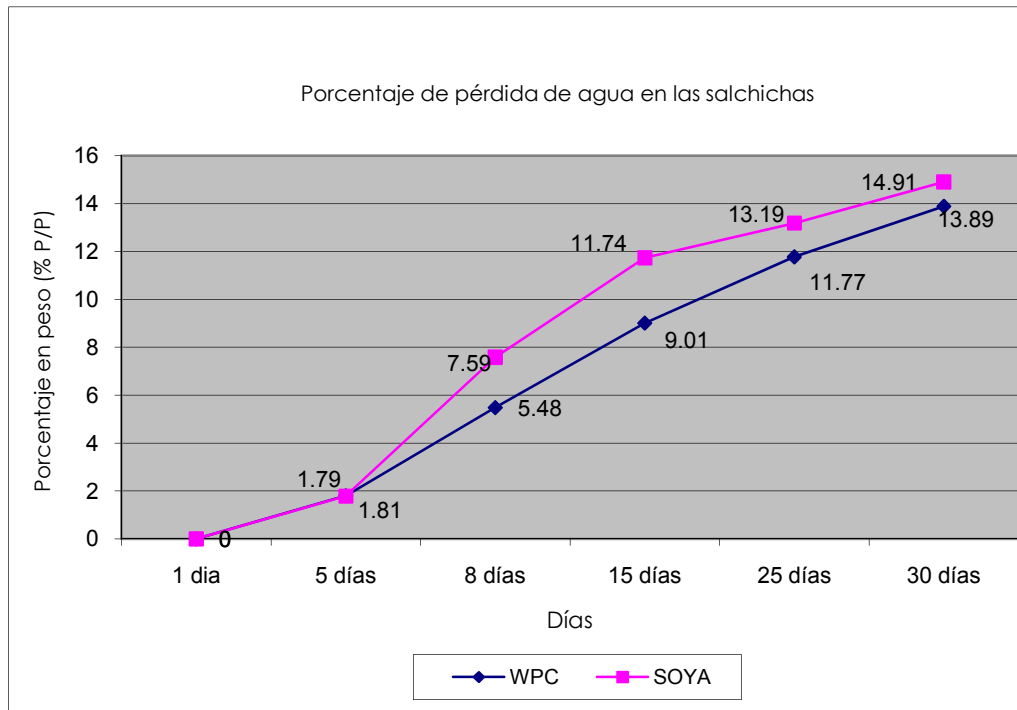
El porcentaje de humedad salió alto, ya que gran parte de la fórmula es agua por lo que no es de preocupación este componente.

Las variaciones observadas en el contenido de proteína son significativas lo que comprueba que la proteína de suero de leche es más efectiva y aporta mejoras al producto.

Pérdida de agua:

Un aspecto importante a evaluar es la pérdida de agua en ambas salchichas. A continuación se muestra la Gráfica #1 el comportamiento de la pérdida de agua.

Gráfica #1: Porcentaje de pérdida de agua en las salchichas



Como se observa en la Gráfica #1, la salchicha de soya perdió más agua que la salchicha WP. Se obtuvo un porcentaje final de pérdida de agua de 14.91% en la salchicha de SOYA y un 13.89% en la salchicha WPC respectivamente a los 30 días, que era el tiempo máximo. Esto comprueba que la salchicha WPC tiene más poder de ligar agua que la salchicha a base de SOYA, ya que ayudan a mejorar la firmeza, textura y retención de humedad durante el procesamiento y cocción.

Este aspecto permite que no se acelere el proceso de descomposición, por lo tanto, dar un mal aspecto en el producto final. Se observa que la salchicha de SOYA es más inestable porque de los 5 días a los 8 tuvo una pérdida de 5.8%, mientras que la salchicha WPC perdió solo un 3.67 del peso total.

Otro salto se vio de los 8 a los 15 días con una pérdida de 4.15% a comparación de la salchicha WPC de 3.53%. Estos datos sólo son de los primeros 10 días, donde la salchicha de SOYA perdió un 9.5% y la salchicha WPC solo un 7.2% de agua, 2.75% menos que la salchicha de SOYA. Si la salchicha WPC saliera al mercado se estimaría que tuviera un tiempo de 15 días máximo, ya que la evaluación por medio del Test de Puntaje Compuesto, que se calificó paralelo a la sinéresis, proporcionó el tiempo de vida de cada salchicha. En la Tabla #2 se observa los resultados.

Tabla #2: Test de Puntaje Compuesto de las Salchichas WPC y SOYA

Factor de Calidad	Puntuación Máxima	Día 1		Día 5		Día 8		Día 15		Día 25		Día 30	
		WPC	SOYA	WPC	SOYA	WPC	SOYA	WPC	SOYA	WPC	SOYA	WPC	SOYA
Aroma	20	20	20	20	20	20	20	18	17	15	18	12	13
Color	20	20	20	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Sabor	30	28	28	28	26	27	26	24	25	20	20	15	18
Textura	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>98</b>	<b>98</b>	<b>96</b>	<b>94</b>	<b>95</b>	<b>94</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>83</b>	<b>86</b>	<b>75</b>	<b>79</b>

Para este Test, se utilizó 30g de cada salchicha, cantidad suficiente para hacer la evaluación y tener un amplio criterio en la evaluación de los factores de calidad. Los factores que mostraron más cambios fueron el aroma y el sabor. El aroma varió de una puntuación de 20 a 18 a los 15 días en la salchicha WPC (10% en contra) y 17 en la salchicha de SOYA (15% en contra). En este momento la salchicha no había perdido mucha agua, lo que ayudó a ambas salchichas.

Para el día 25 la puntuación bajó de 20 a 15 (25% en contra) para la salchicha WPC y 18 (10% en contra) para la de SOYA. Ambas presentaban un aroma a descomposición y el aspecto era muy ligoso. En cuanto al factor de calidad de Sabor no se vio cambio drástico en el día 15, de 30 bajó a 24 (20% en contra) para la salchicha WPC y 25 (17% en contra) para la salchicha SOYA.

El sabor era aceptable en ambas salchichas. En el día 25 las dos presentaron un sabor muy ácido, desagradable al gusto desde el primer contacto. Las calificaciones para ese día fueron 20 (33% en contra) para ambas salchichas. El día 30 fue imposible probar ambas salchichas ya que el aroma fue un indicador de inicio de descomposición de las mismas.

El tiempo de vida se podría haber mejorado si se hubiera usado algún tipo de conservante como sorbato o lactato. Los factores de calidad de Color y Textura se mantuvieron estables en ambas salchichas durante los 30 días, a pesar de tener dos factores en contra. Esto indica que son independientes de la descomposición y pérdida de agua en la salchicha ya que mantuvieron su color estable, lo mismo que la textura.

En cuanto a la textura se tiene otra fuente de comprobar que no cambió mucho porque la prueba del Penetrómetro muestra resultados que, mientras más pasaban los días mejor era la textura de ambas salchichas. En la Tabla #3 se muestra mejor estos resultados.

Tabla #3: Resultados de Textura con el Penetrómetro (10 N Kg/fuerza)

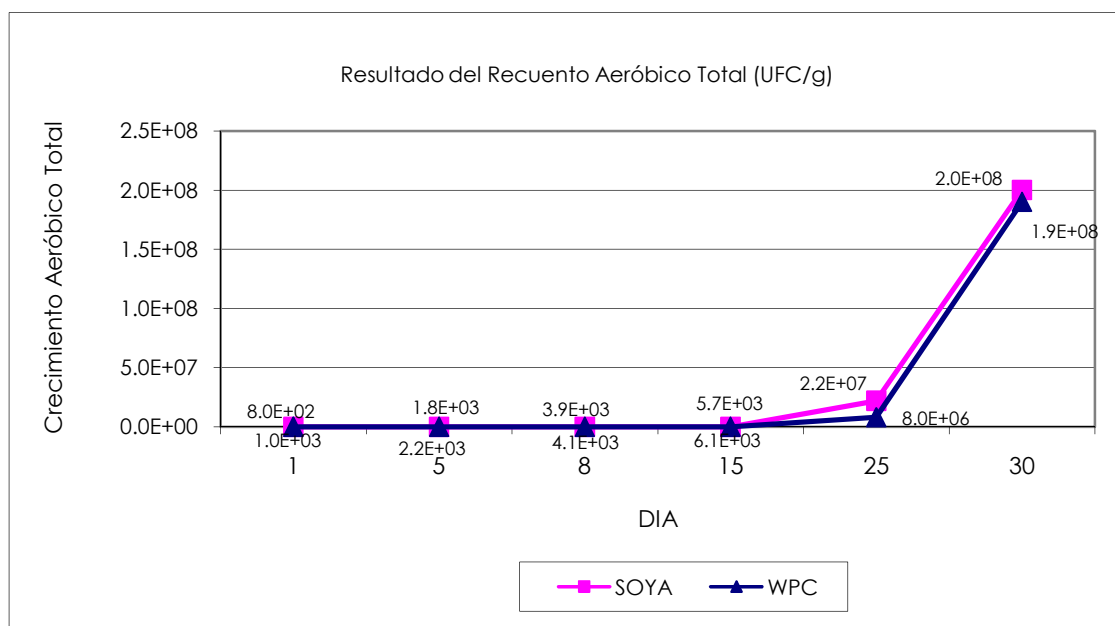
Día	WPC Masa	WPC Piel	SOYA Masa	SOYA Piel
1	3.24	3.43	3.1	3.63
8	3.32	3.61	3.32	3.37
15	4.24	3.68	3.52	3.39
25	4.29	3.87	3.53	3.54

Otro factor importante, además de comprobar que la textura es un factor a favor, es observar que el concentrado de proteína de leche une más los ingredientes que el aislado de soya. Un ejemplo sería el día 15, que muestra una textura de 4.24 en la salchicha WPC contra un 3.52 en la salchicha de SOYA. Esta firmeza es una gran ventaja en el producto, porque una salchicha sin firmeza no es una salchicha de buena calidad.

#### Análisis microbiológicos:

El recuento aeróbico total proporciona una idea de cuántas bacterias no tóxicas al ser humano crecen en un período de tiempo establecido. En la Gráfica #2 se muestra el comportamiento de ambas salchichas en 30 días.

Gráfica #2: Resultados Recuentos Aeróbicos Totales (UFC/g)



Los resultados muestran que la salchicha de SOYA obtuvo un recuento aeróbico total menor que la salchicha WPC en los primeros 15 días. Este resultado se debe a que el origen del concentrado proviene de la leche, la cual es una de las proteínas patrón (completas en aminoácidos, minerales, sales, etc.) que funcionan como caldo nutritivo a las bacterias; sin embargo el recuento no fue muy marcado entre una salchicha y otra. Donde sí se comprueba que la salchicha WPC es más estabilizadora, es del día 15 al 30 porque da un salto marcado en crecimiento de bacterias aerobias, lo que indica que el aislado de soya no tiene una función de estabilizador.

Evaluación sensorial:

En la prueba de preferencia del producto se obtuvo que no existe diferencia significativa, tal y como se observa en la Tabla #4. En lo que respecta a la aceptación en general del producto, se podría consumir cualquiera de los dos productos, y no habría mayor problema en encontrar la diferencia entre uno y otro. A cada panelista se le pidió su opinión sobre lo que pensaban del producto.

De las 30 personas encuestadas, el 77% no encontró diferencia entre las muestras: WPC (433) y SOYA (961). El 23% si pudo distinguir entre ambas muestras, como se muestra en la Gráfica #3.

Tabla #4: Prueba de Preferencia del Producto

Prueba	No. total de panelistas	No. de elecciones de WPC	Valor de la probabilidad
WPC	30	20	0.099

Gráfica #3: Resultados de los encuestados que encontraron diferencia entre las salchichas

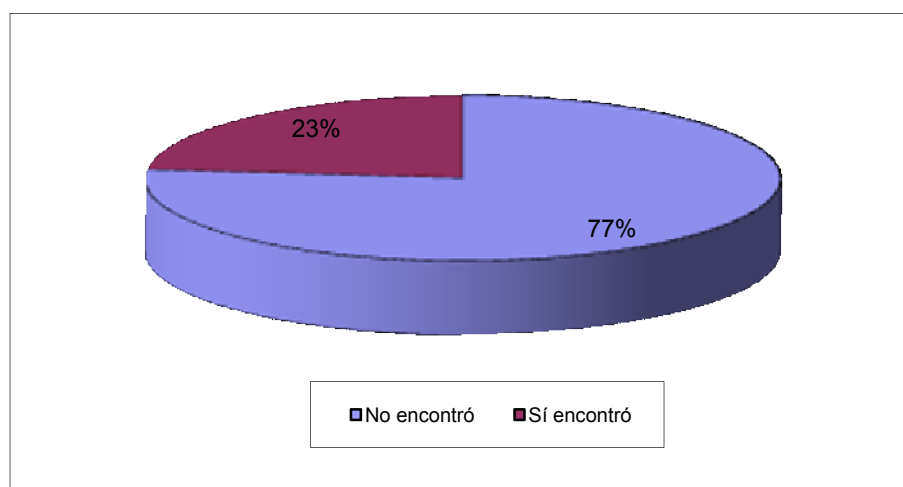


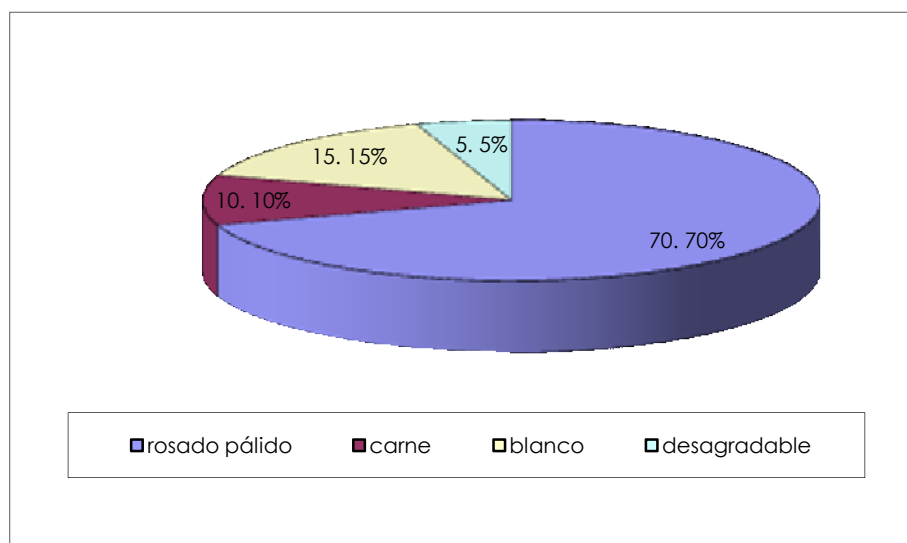
Tabla #5: Prueba de Diferencia entre Muestras con  
Una probabilidad de 0.05

Prueba	No. total de panelistas	No. de elecciones de WPC	Valor de la probabilidad
Color	30	12	0.276
Sabor	30	10	0.568
Olor	30	14	0.090
Textura	30	19	0.01

Características Organolépticas:

Color. No existe diferencia significativa entre los colores de las salchichas. Esto descarta que la grasa ni la falta de colorante influyera en el producto final, y sólo depende del tratamiento al que se somete: cocimiento no ahumado. En la Gráfica #4 se observa los comentarios acerca del color de ambas salchichas.

Gráfica #4: Color de la salchicha



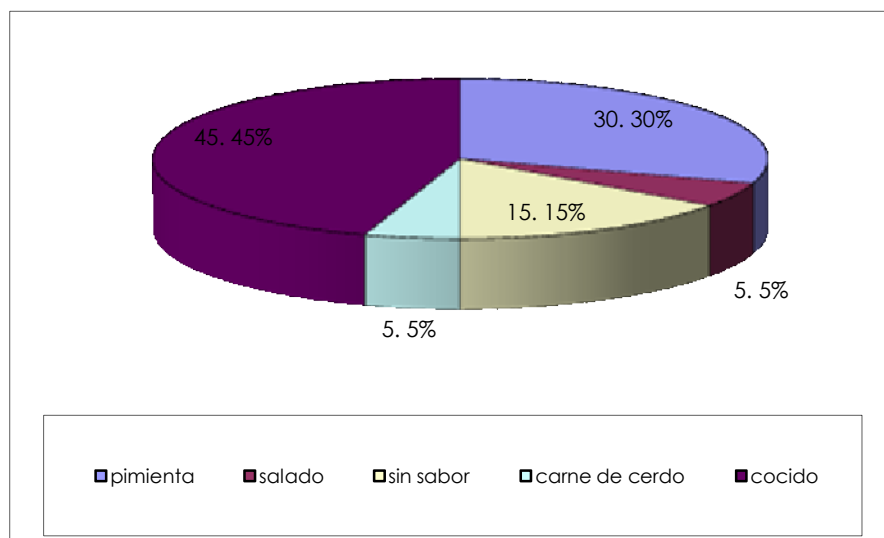
Este resultado es de mucha importancia, ya que no se utilizó colorante para ambas salchichas y lo que proporciona el color es únicamente la carne. Un 15.15% opinó que el color era blanco, debido a el corte de la salchicha, ya que la grasa no estaba disuelta sino que la granulometría era de poco diámetro, alterando el resultado de la evaluación.

Un 5.5% le pareció desagradable el color, porcentaje bajo, comparado a 70.70% de rosado pálido agradable al panelista por lo natural que se ve el producto.

Sabor. No hubo diferencia significativa entre las muestras. Tal similitud puede explicarse de la siguiente manera: se confirma que los productos de suero tienen un sabor dulce/lácteo o virtualmente imperceptible en particular. Se debe tener en cuenta el perfil de sabor específico de cada ingrediente, en este caso fue bajo el porcentaje usado en fórmula.

Además, la cantidad de suero, los condimentos y especias utilizadas en las carnes procesadas no causan un impacto en el sabor del producto terminado. Los ligeros incrementos en las especias y condimentos pueden requerir devolver a la carne su mejor equilibrio en el sabor, en este caso nadie notó un sabor dulce o grasoso lo cual comprueba que los condimentos se complementan bien en esta formulación.

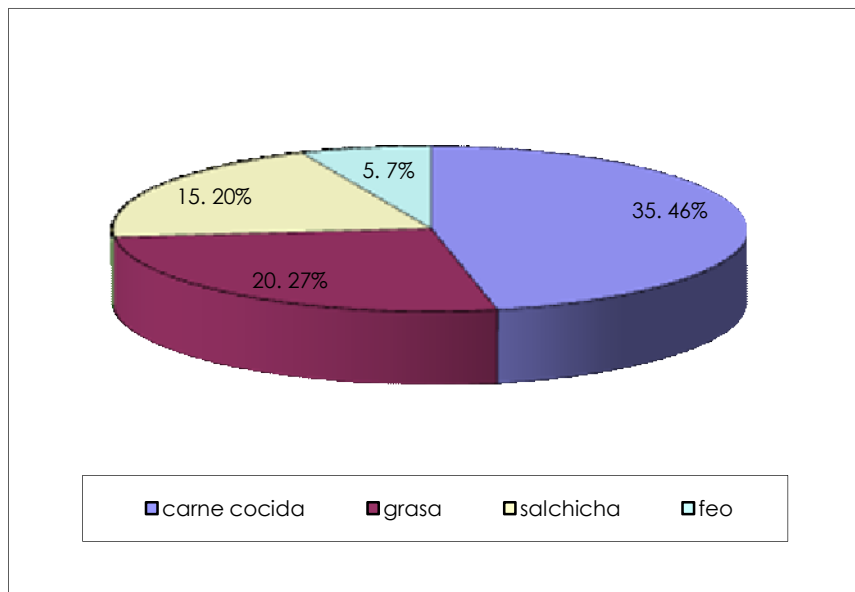
Gráfica #5: Sabor de la salchicha



Olor. No mostró diferencia significativa en ambas salchichas como se observa en la tabla #4. Aspecto importante ya que como complemento en sabor no mostró resultados positivos porque no fue perceptible el olor a leche en la salchicha.

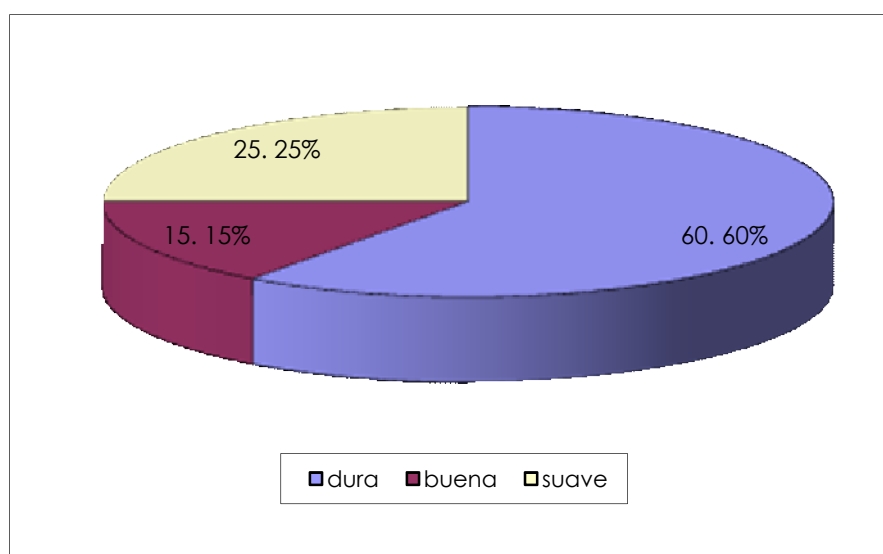
En este caso el hecho de sólo estar cocida influye en el producto final porque se percibe marcadamente, como se observa en la Gráfica #6, ya que la mayoría recalcó mucho en esos aspectos.

Gráfica #6: Olor de la salchicha



Textura. El más importante de todos los aspectos. Sí existe diferencia de textura entre las salchichas como se observa en la Tabla #4. La salchicha a base de WPC obtuvo comentarios positivos que confirman que el concentrado de suero tiene mayor retención de agua y previene la sinéresis en el producto empacado, por lo tanto ayuda en un porcentaje alto la textura original del producto, tal como se observa en la Gráfica #7 los comentarios de los panelistas.

Gráfica #7: Textura de la salchicha



Una de las características que más inquietaban dentro de esta investigación era la textura de la salchicha, si el comportamiento iba a ser positivo o negativo al producto final. Los mayoría de los panelistas opinaron que era dura, 60.60%, acompañado con un 17.17% que opinó que era buena.

Estos dos resultados se complementan con los resultados de las pruebas del Penetrómetro y Sinéresis, las cuales han mostrado resultados de que el concentrado de suero de leche ayuda en un 50% la retención de agua, lo cual conlleva a que la textura sea buena, firme y compacta.

## **IX. CONCLUSIONES**

- 1) Fue posible elaborar una salchicha estilo polaco, usando concentrado de proteína de suero de leche como aditivo principal y sustituyendo al aislado de soya.
- 2) La sustitución del concentrado de proteína de suero de leche por el aislado de soya tuvo diferencia significativa en textura, la cual se vio favorecida con el tiempo, ya que mientras más tiempo mejor fue la textura (dureza).
- 3) No existe diferencia significativa en las características de color, sabor y olor.
- 4) La pérdida de agua se evaluó en un período de 30 días, el cual proporcionó el tiempo de vida de las salchichas: 15 días.

## **X. RECOMENDACIONES**

- 1) Elaborar salchichas con otros niveles de proteína para comparar la calidad entre ellas.
- 2) No utilizar la grasa en proporciones muy grandes, ya que esto afecta la apariencia del producto final (granulometría).
- 3) Hacer un estudio en donde la salchicha sea cocida por medio de horno, donde lleve un baño de humo líquido y así comprobar si este método retiene o liga más agua que por medio del método de cocimiento en agua.
- 4) Hacer una prueba usando preservantes para mejorar la vida de anaquel de la salchicha.
- 5) Realizar estudios de factibilidad en el uso del concentrado de proteína de suero de leche como futuro sustituto del aislado de soya en embutidos.

## XI. BIBLIOGRAFÍA

- Aimutis, W. 1996. "Las proteínas lácteas como ingredientes". *Industria Alimentaria*. (México); 20 (4): 30-32.
- Anónimo. "Embutidos Pobres en Grasa y Colesterina". *Die Fleischerei* (Alemania); 6:V. 1990.
- Anónimo. 1994. "Productos Cárnicos Ligeros". *Industria Alimenticia*. IX (10): 38-42.
- Anónimo. 1997. "Los Aditivos en la Industria Cárnica". *Industria Alimenticia*. (México) XII (6): 64.
- Anónimo. 1994. "Reducción de Grasa en Embutidos". *Industria Alimenticia*. (México) II (4): 50-51.
- Badui, S. 1997. *Química de los Alimentos*. 7ma. ed. México, D.F. Logman de México Editores, S.A. de C.V. 684 pp.
- Brauer, H. 1993. "Fat Reduced Frankfurter Type Sausages, A Technology for Preventing to Firm and Rubbery a Bite". *Fleischwirtschaft* (Alemania); 25 (6): 506-513.
- Dzuik, C. 1998. "Ingredientes Funcionales: Desarrollos en las Proteínas de la leche". *Industria Alimentaria*. (México); 16 (9): 41-46.
- Giese, J. 1992. "Developing Low Fat Meat Products". *Food Technology*. (Estados Unidos); 46(4): 100-108.
- Harper, W. 1984. "Whey Proteins". *Food Technology in New Zeland*. 19-21.
- Huffman, D, *et.al.* 1992. "Development of Lean Pork Sausage Product". *Cereal Foods World*. (Estados Unidos); 37(6): 439-442.
- Huginin, A. 1999. "Los Productos Cárnicos Bajos en Grasa". *Industria Alimenticia*. X (5): 44-50.
- Jensen, B, *et.al.* 1991. *Manual para el Proceso de la Carne*. Dinamarca. Copenhagen Pectin A/S. 248 pp.
- Joit FAO/WHO/UNU Expert Consultation. 1985. "Energy and Protein Requirement". *WHO Technical Report Series 724*. Word Org. GENEVA, Switzerland.
- Keaton, J. 1999. "Un Ingrediente Versátil: Productos de proteína de suero y Lactosa en Carnes Procesadas". *Industria Alimenticia*. (México); 7 (10): 34-38.
- Knipe, L. 1994. "Ciencia Básica del Procesado de la Carne". *V Cursillo Teórico-Práctico de Tecnología Cárnica*. (Estados Unidos).
- Nielsen, P. 1988. "Membrane Filtration of Whey Protein Concentrate". *Marketin Bulletin*. APV Pasilca AS, Denmark.
- NZMP. "Whey Products" *Product Knowledge Manual*. New Zeland Dairy Board.
- Park, J, *et.al.* 1989. "Properties of Low Fat Frankfurters Containing Monosaturated and Omega-3 Polyunsaturated Oils". *Journal of Food Science*. (Estados Unidos); 54: 500-504.

Sebranek, J. 1994. "Funciones de los Ingredientes No Cárnicos en Productos Cárnicos Procesados". *Cursillo Teórico-Práctico de Tecnología Cárnica*. (Estados Unidos).

Solheim, R. 1990. "Will consumers Accpet Sausage with a Reduced Fat Content?". *Informat. (Alemania)*; 3(1): 22-27.

Sitios de WEB:

Sevilla, A. 2001. "Suero de Leche (Whey Protein)". Recuperado del Internet en Agosto 2001: <http://neogym-online.com/consume.htm>.

<http://www.calidadalimentaria.com>

## **APÉNDICES**

**APÉNDICE A**  
**Formulaciones**

Formulación a base de Aislado de soya

<b>Ingredientes</b>	<b>Prueba 1 (Kg)</b>	<b>Prueba 1 (%)</b>
Posta	12.140	56.040
Recorte	6.660	30.740
Aislado Soya	0.210	1.000
Sal	0.450	2.070
Dextrosa	0.400	1.840
Pimiento blanco molido	0.050	0.230
Ajo en polvo	0.026	0.120
Nuez moscada	0.026	0.120
Apio molido	0.026	0.120
Cilantro	0.026	0.120
Eritorbato	0.012	0.055
Praga	0.050	0.230
Hielo	1.670	7.700
Total	21.660	100

Formulación a base de Concentrado de suero (WPC)

<b>Ingredientes</b>	<b>Prueba 2 (Kg)</b>	<b>Prueba 2 (%)</b>
Posta	11.430	49.300
Recorte	8.570	36.970
WPC	0.690	2.970
Sal	0.320	1.380
Dextrosa	0.000	0.000
Pimiento blanco molido	0.038	0.160
Ajo en polvo	0.019	0.080
Nuez moscada	0.019	0.080
Apio molido	0.019	0.080
Cilantro	0.019	0.080
Eritorbato	0.009	0.038
Praga	0.036	0.15
Hielo	2.000	8.62
Total	23.180	100

**APÉNDICE B**  
**COSTO DE LA SALCHICHA**

**AISLADO DE SOYA**

<b>Ingredientes</b>	<b>Lb</b>	<b>Precio / lb Q</b>	<b>Precio Q</b>
Posta	26.71	6.50	173.62
Recorte	14.65	4.80	70.32
Aislado soya	0.46	13.00	5.98
Sal	0.99	0.57	2.05
Dextrosa	0.80	2.20	1.47
Pimiento blanco molido	0.11	27.00	2.97
Ajo en polvo	0.06	12.50	0.75
Nuez moscada	0.06	32.15	1.93
Apio molido	0.06	18.25	1.10
Cilantro	0.06	14.90	0.89
Eritorbato	0.03	27.00	0.81
Praga	0.11	6.00	0.66
Hielo	3.67	0.00	0.00
Madeja	0.5	70.00	35.00
<b>TOTAL</b>	<b>48.27</b>		<b>297.55</b>

**Q297.55 / 95 lb = Q3.13 por libra**

**CONCENTRADO DE SUERO**

<b>Ingredientes</b>	<b>Lb</b>	<b>Precio / lb Q</b>	<b>Precio Q</b>
Posta	25.15	6.50	163.48
Recorte	18.85	4.80	90.48
WPC	1.52	5.06	7.61
Sal	0.70	0.57	0.40
Dextrosa	0.00	0.00	0.00
Pimiento blanco molido	0.08	27.00	2.16
Ajo en polvo	0.04	12.50	0.50
Nuez moscada	0.04	32.15	1.29
Apio molido	0.04	18.25	0.73
Cilantro	0.04	14.90	0.60
Eritorbato	0.04	27.00	1.08
Praga	0.08	6.00	0.48
Hielo	3.67	0.00	0.00
Madeja	0.5	70.00	35.00
<b>TOTAL</b>	<b>50.75</b>		<b>303.89</b>

**Q303.89 / 95 lb = Q3.19 por libra**

**NOTA:** El valor 95 lb se refiere a la merma de cocción en el proceso. Ya que esta fórmula se acomodó partiendo de 100 lb.

**APÉNDICE C**  
**CONCENTRADO DE PROTEINA DE SUERO DE LECHE**

**CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO**

- Soluble sobre un amplio rango de pH
- Estabilidad al calor
- Habilidad por emulsificar
- Cualidades excelentes nutricionales (PER= 3.0)

**USOS SUGERIDOS**

- Cárnicos
- Productos con procesos UHT
- Aderezos para ensalada
- Postres

**COMPOSICIÓN**

- Energía	1674 kJ/100 g
- Proteína (N X 6.38) en base seca	58.2%
- Lactosa	29.4%
- Grasa	6.0%
- Humedad	3.8%
- Cenizas	4.8%

**ANÁLISIS QUÍMICOS TÍPICOS**

- pH (5% a 20°C)	6.6
------------------	-----

**PROPIEDADES FÍSICAS TÍPICAS**

- Color	crema
- Sabor	ninguno
- Sedimentos (50g)	Disco A

**COMPOSICIÓN MINERAL TÍPICA**

- Sodio	380 mg / 100g
- Potasio	1430 mg / 100g
- Cloro	400 mg / 100g
- Fósforo	420 mg / 100g
- Calcio	550 mg / 100g
- Magnesio	70 mg / 100g

## **APÉNDICE D**

### **Equipo y accesorios utilizados**

#### **A. Para la elaboración de salchichas**

- Balanza digital para pesar ingredientes secos.
- Balanza digital para pesar materia prima.
- 2 recipientes plásticos para contener los ingredientes secos.
- Molino de ¼".
- Canastas para recibir las pastas.
- Llenadora de pistón.
- Tripa de cerdo.
- Marmita para cocer las salchichas y para escaldado.
- Empacadora al vacío Multvac molde de 1 lb.
- Cinta adhesiva de color azul para distinguir las pruebas.

#### **B. Para las evaluaciones sensoriales**

- Boletas de evaluación.
- Bolígrafo.
- Platos blancos, desechables, tamaño mediano.
- Tenedores y cuchillos blancos, desechables.
- Vasos desechables.
- Agua pura.
- Servilletas.
- Etiquetas para codificación.
- Cinta adhesiva transparente.

## APÉNDICE E

### Método BATEMAN para la determinación de materia seca total

1. Pesar una muestra de 3-5 g de muestra previamente molida. El tamaño de la partícula no debe ser mayor de 2 mm. Se realiza a una temperatura de 105°C por un tiempo de 18-48 horas y proporciona aproximadamente entre 85-97% del 90% estimado de Materia Seca Parcial.

$$100 \times \text{Peso final muestra} / \text{P.I. muestra} = \%$$

### HUMEDAD:

La humedad varía dependiendo del material específico que se trate. Al realizar el análisis químico proximal, la humedad se debe determinar a través del procedimiento de materia seca.

$$100 - \% \text{ M.T.S.} = \text{Humedad del concentrado.}$$

## APÉNDICE F

### Método AOAC para la determinación de proteína (Kjendahl)

Fase de digestión:

1. Se tara un pedazo de papel parafinado que esta totalmente libre de nitrogenado.
2. Se pesa 1 g de muestra y se envuelve en el papel.
3. Luego se introduce en un balón de Kjendahl.
4. Agregar 3 perlas de vidrio que utiliza para homogenizar la ebullición que se va a dar dentro del balón.
5. Agregar más o menos 8g de sulfato de sodio, utilizado para el punto de ebullición del medio donde se va a digerir la muestra.
6. agregar 1 ml de ácido selenioso al 2% utilizando como catalizador de la reacción que se da al liberarse el nitrógeno.
7. Agregar 25 ml de ácido sulfúrico grado reactivo (97% de pureza).
8. Se deja 45 min. En el Kjendahl a temperatura alta para la digestión.

#### DESTILACIÓN

9. Se agregan al balón 250 ml de agua destilada para minorar la normalidad del ácido sulfúrico.
10. Agregar 3 gotas de rojo de metilo.
11. Agregar de 50-60 ml de NaOH al 60%. La solución vira a color amarillo.
12. Un Erlenmeyer de 500 ml para agregar 100 ml de solución de ácido bórico al 3% y una mezcla de indicadores de pH, en una relación 5:1 (rojo de metilo y verde de monocresol)
13. Colectar todo lo anterior en Erlenmeyer.

#### FASE DE TITULACIÓN

1. Agitar el Erlenmeyer y titulaciones con HCl con una varita graduada.
2. Cuando vire de color se deja de agregar HCl, y se mide la cantidad utilizada.

**APÉNDICE G****Método AOAC para la determinación de Fibra Cruda**

Se emite una digestión monogátrica. La muestra se digiere en un medio ácido con ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) 0.255 y (NaOH) 10 N.

1. Se tara la cazuela.
2. Pesar 1 g del remanente del extracto etéreo.
3. Al beaker de Berzelius se le agregan 200 ml de ácido sulfúrico 1g muestra
4. El beaker se coloca en el aparato de reflujo o digestor de fibra, aquí se digiere la muestra en calor por 30 minutos a partir de la ebullición.
5. El beaker se seca y se agrega 10 ml NaOH al 10N para cambiar pH.
6. Se coloca en el aparato de reflujo y se deja ebullicir 30 minutos.
7. La muestra se filtra en una manta y se lava con 200 ml de agua destilada a 80°C para neutralizar el pH.
8. Se filtran 30 ml de alcohol etílico para desecar la muestra.
9. Con una espátula se pasa la muestra a un crisol de hueso tarado.
10. Se mete el crisol al horno a 135°C por dos horas, para obtener la Fibra Cruda más minerales.
11. Se dejan 15 minutos en la campana desecadora para que enfrie.
12. Pesar el crisol e introducirlo a la mufla a 600°C por dos horas.
13. Colocar el crisol sobre la tabla de asbesto 3 minutos para que enfríe.
14. Pesar el crisol.
15. La diferencia del peso de minerales menos el peso de la materia orgánica es el % de Fibra Cruda.

**APÉNDICE H**  
**Método AOAC para extraer grasas**

FASE DE SECADO

1. Pesar 3-4 g de la muestra en un contenedor de aluminio, con una pequeña cantidad de arena y macerar.
2. Colocar en un beaker de 50 ml y secar en el horno por 6 horas a 100-102°C, 1.5 horas a 125°C.

FASE DE EXTRACCIÓN

1. Extraer la muestra previamente secada, con éter anhidro.
2. El tiempo de extracción es de 4 horas a una velocidad de condensación de 5-6 gotas/s.
3. Luego secar el extracto por 30 minutos a una temperatura de 100°C.
4. Enfríe y luego pese.

## **APÉNDICE I**

### **Método AOAC para la determinación de cenizas y carbohidratos**

1. Tarar un crisol de hueso o porcelana.
2. Pesar de 3-5 g de muestra.
3. Preincinerarlo en un mechero de 8 -10 minutos para quemar la mayor parte de la materia orgánica y así reducir del desgaste de la mufla.
4. Introducir el crisol a la mufla a una temperatura de 600°C por 2-3 horas.
5. Dejar reposar el crisol en una plancha de asbesto durante 3 minutos.
6. Colocar un crisol en la campana desecadora durante 30 minutos,
7. Pesar el crisol para determinar el contenido de minerales totales por diferencia.

### **CARBOHIDRATOS**

$$100 - (\text{P.C.} + \text{F.C.} + \text{E.E.} + \text{Cenizas}) = \text{Carbohidratos}$$

**APÉNDICE J**  
**DATOS PARA LA MUESTRA WPC**

**Materia seca parcial (M.S.P.)**

Peso final	P.I. Muestra	P.F. + tara	Resultado
1030	310	1155	40.32

$$100 \times 125/310 = 40.32\%$$

**Materia seca total**

Tara	P.I. Muestra	P.F. Muestra	%	Resultado
0.8322	3.162	2.9226	92.4288	±0.07
0.8320	3.163	2.9190	92.2858	±0.07
0.8321	3.163	2.9208	92.3427	±0.07

**Materia seca t real** 37.23 ±0.02  
**Humedad** 100- 37.23= 62.76

**Cenizas** 6.35 ± 0.05  
 Base seca 6.88 ± 0.05  
 Base fresca 2.56 ± 0.05

**Grasas** 40.10 ± 0.08  
 Base seca 43.42 ± 0.08  
 Base fresca 16.17 ± 0.08

**Fibra cruda** 1.10 ± 0.12  
 Base seca 1.19 ±0.12  
 Base fresca 0.44 ± 0.12

**Proteina cruda** 44.06 ± 0.04  
 Base seca 47.71 ± 0.04  
 Base fresca 17.77 ± 0.04

**Extracto libre de N**  
 Base seca 0.81 ± 0.04  
 Base fresca 63.06 ± 0.04



**APENDICE L**

**TABLA # 1: Resultados microbiológicos de las salchichas de soya y WPC en el día 1**

Muestra	Recuento aeróbico Total UFC/g	Grupo Coliforme NMP/g		
		Coliformes totales	Coliformes fecales	<i>E. Coli</i>
SOYA	800	< 3 Negativo	< 3 Negativo	Negativo
WPC	1000	< 3 Negativo	< 3 Negativo	Negativo

**TABLA # 2: Resultados microbiológicos de las salchichas de soya y WPC en el día 5**

Muestra	Recuento aeróbico Total UFC/g	Grupo Coliforme NMP/g		
		Coliformes totales	Coliformes fecales	<i>E. Coli</i>
SOYA	1800	< 3 Negativo	< 3 Negativo	Negativo
WPC	2200	< 3 Negativo	< 3 Negativo	Negativo

**TABLA # 3: Resultados microbiológicos de las salchichas de soya y WPC en el día 8**

Muestra	Recuento aeróbico Total UFC/g	Grupo Coliforme NMP/g		
		Coliformes totales	Coliformes fecales	<i>E. Coli</i>
SOYA	3,900	< 3 Negativo	< 3 Negativo	Negativo
WPC	4,100	< 3 Negativo	< 3 Negativo	Negativo

**TABLA # 4: Resultados microbiológicos de las salchichas de soya y WPC en el día 15**

Muestra	Recuento aeróbico Total UFC/g	Grupo Coliforme NMP/g		
		Coliformes totales	Coliformes fecales	<i>E. Coli</i>
SOYA	5,700	< 3 Negativo	< 3 Negativo	Negativo
WPC	6,100	< 3 Negativo	< 3 Negativo	Negativo

**TABLA # 5: Resultados microbiológicos de las salchichas de soya y WPC en el día 25**

Muestra	Recuento aeróbico Total UFC/g	Grupo Coliforme NMP/g		
		Coliformes totales	Coliformes fecales	<i>E. Coli</i>
SOYA	22,000,000	< 3 Negativo	< 3 Negativo	Negativo
WPC	8,000,000	< 3 Negativo	< 3 Negativo	Negativo

**TABLA # 6: Resultados microbiológicos de las salchichas de soya y WPC en el día 30**

Muestra	Recuento aeróbico Total UFC/g	Grupo Coliforme NMP/g		
		Coliformes totales	Coliformes fecales	<i>E. Coli</i>
SOYA	200,000,000	< 3 Negativo	< 3 Negativo	Negativo
WPC	190,000,000	< 3 Negativo	< 3 Negativo	Negativo

**APENDICE M****Evaluación sensorial del producto**

<b>Factores de calidad</b>	<b>puntaje máximo</b>	<b>MUESTRAS</b>	
		<b>A</b>	<b>B</b>
<b>Aroma</b>	<b>20</b>	_____	_____
<b>Color</b>	<b>20</b>	_____	_____
<b>Sabor</b>	<b>30</b>	_____	_____
<b>Textura</b>	<b>30</b>	_____	_____
<b>Calidad total</b>	<b>100</b>	_____	_____
<b>Observaciones</b>			
_____			
_____			

**APÉNDICE N****Panel sensorial del producto****Método Triángulo**

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

## Instrucciones:

Aquí se le presentan tres muestras de salchicha. Dos de estas muestras son iguales y una es diferente.

Pruebe las muestras que aparecen en la lista y ponga una marca (X) al lado del código de la muestra que es diferente.

Código

La muestra diferente es

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**APÉNDICE O****Boletas utilizadas para las evaluaciones sensoriales**

Código de la prueba: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Esta prueba es para evaluar el **color** de los productos

Observe detenidamente las dos salchichas que se le presentan.

Haga un círculo al número de la muestra que prefiere.

Usted debe escoger una muestra aunque no esté seguro.

**433    961**

Código de la prueba: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Esta prueba es para evaluar el **olor** de los productos

Observe detenidamente las dos salchichas que se le presentan.

Haga un círculo al número de la muestra que prefiere.

Usted debe escoger una muestra aunque no esté seguro.

**433    961**

Código de la prueba: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Esta prueba es para evaluar el **sabor** de los productos

Observe detenidamente las dos salchichas que se le presentan.

Haga un círculo al número de la muestra que prefiere.

Usted debe escoger una muestra aunque no esté seguro.

**433**

**961**

Código de la prueba: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Esta prueba es para evaluar la **textura** de los productos

Observe detenidamente las dos salchichas que se le presentan.

Haga un círculo al número de la muestra que prefiere.

Usted debe escoger una muestra aunque no esté seguro.

**433**

**961**

## APÉNDICE P

### Métodos microbiológicos para ambas salchichas

#### Nombre proceso: utilización de agua peptonada tamponada

#### Caldo de enriquecimiento para la detección de recuento total de bacterias, Coliformes, *E. coli* y *Staphilococcus aureus*

PRÁCTICA COMÚN	Muestreo.
PROPÓSITO	Proveer una guía para la preparación de Caldo de enriquecimiento de Recuento Total de Coliformes, <i>E. coli</i> y <i>Staphilococcus aureus</i>
ALCANCE	Este procedimiento se aplica para la preparación de los análisis de Recuento Total, Coliformes, <i>E. coli</i> y <i>Staphilococcus aureus</i>
MATERIAL Y EQUIPO	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Agua peptonada tamponada</li> <li>2. Agua desmineralizada</li> <li>3. Papel encerado</li> <li>4. Erlenmeyer 250, 500 o 1,000 ml</li> <li>5. Agitador magnético</li> <li>6. Stir plate</li> <li>7. Balanza analítica</li> <li>8. Tijeras</li> <li>9. Espátulas</li> <li>10. Frasco de rosca 250 ml</li> <li>11. Probeta 250 ml</li> <li>12. Pipeta 10 ml</li> <li>13. Pipeteador</li> </ol>
PROCEDIMIENTO	Añadir 20 g a 1 litro de agua desmineralizada, mezclar bien y distribuir en recipientes definitivos. Esterilizar en autoclave a 121°C durante 15 minutos. Para enriquecer muestras de producto se utilizan frascos de 225 ml de agua peptonada, para superficies de 5 ml y para diluciones tubos de 9 ml.

**Nombre del procedimiento: metodología de utilización de agar Chromocult para identificar Coliformes y *Escherichia coli*.**

PRÁCTICA COMÚN	Siembra de Coliformes y <i>Escherichia coli</i>
PROPÓSITO	Elaborar una guía de trabajo para estandarizar el proceso de preparación del medio y siembra, para el recuento total de bacterias coliformes y <i>Escherichia coli</i>
ALCANCE	Este procedimiento se aplica para el recuento de total de bacterias coliformes y <i>Escherichia</i> en el producto terminado y materia prima analizadas, y para superficies.
MATERIAL Y EQUIPO	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pesa analítica 0.001 de precisión.</li> <li>2. Papel aluminio y encerado.</li> <li>3. Agitadores magnéticos.</li> <li>4. Stir Plate.</li> <li>5. Balón con fondo plano.</li> <li>6. Erlenmeyer.</li> <li>7. Probeta.</li> <li>8. Agua desmineralizada.</li> <li>9. Estufa.</li> <li>10. Agar Chromocult 1.10426. Merck.</li> <li>11. Cajas petri 90X15 mm.</li> <li>12. Mechero.</li> <li>13. Marcadores.</li> <li>14. Guantes estériles.</li> <li>15. Guantes protectores.</li> <li>16. Desinfectantes.</li> <li>17. Ollas.</li> <li>18. Cronometro.</li> <li>19. Baño de maría.</li> <li>20. Incubadora.</li> <li>21. Espátulas.</li> <li>22. Caja de Luz para recuento de colonias.</li> <li>23. Lente aumento.</li> <li>24. Masking tape.</li> </ol>
PROCEDIMIENTO	<p>Anotar la cantidad preparada en la hoja de cálculos.</p> <p>Medir la cantidad de agua a utilizar para preparar el medio en una probeta de 250ml y verterla en el recipiente adecuado.</p> <p>Disuelva 26.5g en un litro de agua desmineralizada. Agitar cuidadosamente hasta que se disuelva.</p> <p>Transferir el recipiente de preparación a un baño de agua hirviendo o marmita de vapor y hervir balanceando a menudo. El medio de cultivo está listo hasta que empiece a ebulir. En este momento el medio de cultivo no deberá someterse más a la acción del calor. No debe autoclavarse.</p> <p>Enfriar rápidamente el medio de cultivo en el baño de maría a 45-50°C durante el enfriamiento agitar regularmente, luego siga el procedimiento de siembra de Superficies MCL.03 y de productos terminados y materia prima MCL.01.</p>

**Nombre proceso: utilización de placa rápida para recuento de *Staphylococcus aureus* (PETRIFILM)**

PRÁCTICA COMÚN	
PROPÓSITO	Proveer una guía para la preparación y manejo de placa rápida para recuento de <i>S. aureus</i> , para la detección de <i>S. aureus</i> .
ALCANCE	Este procedimiento se aplica para la preparación de los análisis de <i>S. aureus</i> .
MATERIAL Y EQUIPO	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Placa rápida para recuento de <i>S. aureus</i></li> <li>2. Disco Reactivo de Nucleasa Termoestable</li> <li>3. Mechero</li> <li>4. Pinzas estériles</li> <li>5. Difusor plástico</li> <li>6. Incubadora</li> </ol>
PROCEDIMIENTO	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Incubación de la placa:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coloque la placa RSA en una superficie plana.</li> <li>• Levante la película superior y coloque 1 ml de la muestra o la muestra diluida en el centro de la película inferior.</li> <li>• Lentamente baje la película superior sobre la muestra para evitar entrapamiento del aire.</li> <li>• Coloque el difusor plástico en el centro de la placa.</li> <li>• Presione ligeramente el centro del difusor para distribuir la muestra uniformemente.</li> <li>• Retire el difusor y deje la placa sin mover por lo menos durante un minuto para permitir la solidificación del gel.</li> </ul> </li> <li><b>2. Temperaturas y tiempos de incubación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incube las placas en posición horizontal con la parte transparente hacia arriba en pilas de hasta 10 placas durante <math>24 \pm 2</math> horas a <math>35 \pm 1^\circ\text{C}</math>.</li> <li>• Después de <math>24 \pm 2</math> horas de incubación, coloque las placas Petrifilm RSA en pilas de no más de 10 placas a un Incubadora a <math>62 \pm 2^\circ\text{C}</math> por un mínimo de 60 minutos hasta un máximo de 4 horas.</li> <li>• Después de un mínimo de 60 minutos y un máximo de 4 horas retire las placas RSA de la incubadora.</li> <li>• Remueva un recuadro con el disco reactivo de TNasa unido de su bolsa, teniendo cuidado de no tocar el disco.</li> <li>• Sostenga el disco con pinzas estériles en una mano y jale el recuadro más externo con la otra mano, levante la película superior de la placa y coloque el disco reactivo en el poso de la placa.</li> <li>• Baje la película superior, para asegurar un contacto uniforme del disco con el gel y eliminan las burbujas de aire. Aplique una ligera presión sobre el área del disco reactivo, esto puede hacerse con el difusor plástico.</li> <li>• Incubar las placas conteniendo insertado el disco reactivo a una temperatura de <math>35^\circ\text{C}</math> para obtener el resultado final desde 60 minutos hasta 3 horas máximo.</li> <li>• Después de retirar las placas de la incubadora lea e interprete los resultados en un lapso de 1 hora.</li> </ul> </li> </ol>

**Nombre proceso: utilización de Plate Count agar (agar recuento en placa)  
para identificación de bacterias aerobias en los alimentos**

PRÁCTICA COMÚN	
PROPOSITO	Proveer una guía para la preparación del medio de cultivo Plate Count Agar para la detección y recuento de Bacterias Aerobias en los Alimentos.
ALCANCE	Este procedimiento se aplica para la preparación de los análisis de Bacterias Aerobias.
MATERIAL Y EQUIPO	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Plate Count Agar</li> <li>8. Agua destilada</li> <li>9. Papel encerado, aluminio</li> <li>10. Espátulas</li> <li>11. Balanza analítica</li> <li>12. Hoja de cálculos</li> <li>13. Erlenmeyer 250-500 ml</li> <li>14. Masking tape</li> <li>15. Cinta testigo</li> <li>16. Autoclave</li> <li>17. Agitador mecánico</li> <li>18. Stir plate</li> <li>19. Estufa</li> <li>20. Baño de María</li> <li>21. Cajas de Petri estériles desechables 90x15 mm</li> <li>22. Caja de luz para contar colonias</li> <li>23. Pipetas de 5 y 1 ml</li> <li>24. Pipeteador</li> <li>25. Probeta 250 ml</li> </ol>
PROCEDIMIENTO	Disuelva 17.5 g a 1 litro de agua desmineralizada. Disolver por ebullición agitando frecuentemente y distribuir en los recipientes finales. Esterilizar en autoclave a 121°C durante 15 minutos. Enfriar el medio de cultivo a 45±1°C y verter en placas utilizando diluciones de la muestra. Incubar durante 48 horas a 35°C.

**Nombre del procedimiento: metodología de utilización de agar Rambach.**

PRÁCTICA COMÚN	Siembra de Salmonella.
PROPÓSITO	Elaborar una guía de trabajo para estandarizar el proceso de siembra, para la detección y aislamiento de <b>Salmonella sp.</b>
ALCANCE	Este procedimiento se aplica para identificar <b>Salmonella sp.</b> en el producto terminado y materia prima analizadas.
MATERIAL Y EQUIPO	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pesa analítica 0.001 de precisión.</li> <li>2. Papel aluminio.</li> <li>3. Agitadores magnéticos.</li> <li>4. Balón con fondo plano.</li> <li>5. Erlenmeyer.</li> <li>6. Probeta.</li> <li>7. Agua desmineralizada.</li> <li>8. Estufa.</li> <li>9. Agar Rambach 7500/0001.</li> <li>10. Suplemento 1.07500/001.</li> </ol>
PROCEDIMIENTO	<p style="text-align: center;"><b>Preparación del medio de cultivo</b></p> <p>Anotar la cantidad preparada en la hoja de cálculos. Medir la cantidad de agua a utilizar para preparar el medio en una probeta de 250ml y verterla en el recipiente adecuado. Mezclar un frasco del Suplemento en 250 o 1000ml de agua destilada dependiendo de la presentación del medio. Agitar cuidadosamente hasta que se disuelva. Sobre la mezcla preparada vierta un frasco del medio de cultivo en polvo, agitar bien por balanceo hasta que el medio de cultivo esté completamente en suspensión. Transferir el recipiente de preparación a un baño de agua hirviendo o marmita de vapor y hervir balanceando a menudo. El medio de cultivo está disuelto cuando en la pared del recipiente tras breve balanceo ya no se pueden ver partículas. En este momento el medio de cultivo no deberá someterse más a la acción del calor. No debe autoclavarse.</p> <p>Enfriar rápidamente el medio de cultivo en el baño de maría a 45-50°C durante el enfriamiento agitar regularmente, luego se vierte en cajas petri desechables aproximadamente 15 ml. Se recomienda que estas sean colocadas en una superficie plana y fría durante el vertido. Las placas solidificadas quedarán de un color rosa pálido.</p>