

**Efecto del suero lácteo dulce como sustituto  
de agua en las características de una salchicha  
tipo emulsión**

**Carlos René Guerra González**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2007

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

# **Efecto del suero lácteo dulce como sustituto de agua en las características de una salchicha tipo emulsión**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el Grado  
Académico de Licenciatura.

Presentado por:

**Carlos René Guerra González**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2007

El autor concede a Zamorano permiso  
para reproducir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para otras personas  
físicas o jurídicas se reservan los derechos del autor.

---

Carlos René Guerra González

Zamorano, Honduras  
Diciembre, 2007

## **Efecto del suero lácteo dulce como sustituto de agua en las características de una salchicha tipo emulsión**

Presentado por:

Carlos René Guerra González

Aprobado:

---

Adela Acosta Marchetti, Dra. C.T.A  
Asesora Principal

---

Luis Fernando Osorio, Ph.D.  
Director  
Carrera de Agroindustria Alimentaria

---

Luis Fernando Osorio, Ph.D.  
Asesor

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

## **DEDICATORIA**

A mis padres, René Guerra y Clara Luz González.

A mis hermanos, Emilio y Giselle Guerra.

A mis amigos.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por sus bendiciones a mí y a mi familia.

A mis padres por todos los apoyos que el ser humano es capaz de dar.

A mis mentores, los doctores Adela Acosta, Luis Osorio, Rubén Morawicki y mis colegas profesionales que altruistamente me han enseñado todo lo que sé.

A todos las personas que de alguna manera influyeron y me enseñaron durante Zamorano.

## **AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES**

A mis padres: René Guerra y Clara Luz González.

Al programa Food for Progress de USDA.

## RESUMEN

Guerra, C. 2007. Efecto del suero lácteo dulce como sustituto de agua en las características de una salchicha tipo emulsión. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana “El Zamorano”, Honduras. 36p.

La utilización de extensores en productos cárnicos es una práctica común en esta industria. Estos ingredientes contribuyen a las características del producto mejorando textura y valor nutricional. El objetivo principal de este estudio fue evaluar los efectos de la sustitución de agua por suero lácteo dulce (SLD) en una salchicha tipo emulsión. Se evaluaron tres niveles de sustitución (0%, 50%, 100%). Se realizó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres tratamientos y tres repeticiones. Se evaluó el pH, color superficial, fuerza de corte, y conteos de coliformes y aerobios totales. Se realizó un análisis sensorial afectivo para evaluar sabor, color, textura y un análisis de preferencia. Los resultados de los análisis físico-químicos y sensoriales de aceptación se analizaron con el programa estadístico SAS® (Statistical Analysis System) por medio de un análisis de varianza (ANDEVA) con la prueba de separación de medias Tukey con un nivel de significancia 0.05. Los resultados del análisis sensorial de preferencia se analizaron con la prueba del Chi-cuadrado. La sustitución de agua por SLD disminuye el pH en las salchichas. La sustitución 100% de agua por SLD presentó una salchicha con color superficial más rojizo y más agradable a los panelistas así como una textura más firme. La adición de SLD en las salchichas no afectó el crecimiento microbiológico y se mantuvo bajo los límites permitidos 28 días después de la manufactura. Los panelistas encontraron la salchicha sin SLD con el sabor más agradable y ésta fue la más preferida.

Palabras clave: hotdog, extensor

---

Adela Acosta Marchetti, Dra.C.T.A.

## CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimientos a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Contenido.....	viii
	Índice de cuadros.....	x
	Índice de anexos.....	xi
<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1	OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
<b>2</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1	DEFINICIONES.....	3
2.2	COMPOSICIÓN DEL SUERO.....	3
2.3	SUERO EN CÁRNICOS.....	3
<b>3</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>5</b>
3.1	LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO.....	5
3.2	MATERIALES Y EQUIPO.....	5
3.2.1	Materiales.....	5
3.2.2	Equipo.....	5
3.3.	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	6
3.4	METODOLOGÍA.....	6
3.4.1.	Suero de leche.....	6
3.4.2.	Pesado.....	7
3.4.3.	Molido.....	7
3.4.4.	Cutter.....	8
3.4.5.	Embutido.....	8
3.4.6.	Ahumado y tratamiento térmico.....	8
3.4.7.	Refrigeración del producto terminado.....	8

3.4.8.	Cortado y empaque.....	8
3.5	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	8
3.5.1.	Análisis de coliformes totales.....	9
3.5.2.	Análisis de aerobios totales.....	9
3.6	ANÁLISIS DE COLOR.....	9
3.7	ANÁLISIS DE TEXTURA.....	10
3.8	ANÁLISIS DE pH.....	10
3.9	ANÁLISIS SENSORIAL.....	10
3.9.1	Análisis sensorial de aceptación.....	10
3.9.2	Análisis sensorial de preferencia.....	10
<b>4</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>11</b>
4.1	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	11
4.2	ANÁLISIS DE COLOR.....	12
4.3	ANÁLISIS DE TEXTURA.....	13
4.4	ANÁLISIS DE pH.....	14
4.5	ANÁLISIS SENSORIAL.....	14
4.5.1	Análisis Sensorial de Aceptabilidad.....	14
4.5.1.1	Color.....	14
4.5.1.2	Sabor.....	15
4.5.1.3	Textura.....	15
4.5.2	Análisis Sensorial de Preferencia.....	16
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>19</b>
<b>8</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>22</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Diseño de bloques completos al azar para medir el efecto de la sustitución de agua por suero en salchichas tipo emulsión.....	6
2. Ingredientes cárnicos y no cárnicos usados en la formulación de las salchichas.	7
3. Límites microbiológicos en UFC/g para embutidos cocidos.....	9
4. Conteos de coliformes y aerobios totales presentes en las salchichas expresados como log <sub>10</sub> ufc/g.....	11
5. Crecimiento de aerobios y coliformes totales del día 1 al 28 en las salchichas expresados como log <sub>10</sub> ufc/g.....	12
6. Efecto de sustitución de agua por suelo lácteo dulce en el color superficial de la salchicha (valores L, a*, b*).....	12
7. Efecto de sustitución de agua por suelo lácteo dulce en la fuerza de corte de las salchichas.....	13
8. Efecto de sustitución de agua por suelo lácteo dulce en el pH de las salchichas.	14
9. Efecto de sustitución de agua por suelo lácteo dulce en la aceptación sensorial de color para la superficie de las salchichas.....	15
10. Efecto de sustitución de agua por suelo lácteo dulce en el atributo sabor para las salchichas.....	15
11. Efecto de sustitución de agua por suelo lácteo dulce en la aceptación sensorial de textura de las salchichas.....	16
12. Prueba de Chi-Cuadrado para el análisis sensorial de preferencia de las salchichas.....	16

**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo		Página
1	Formato utilizado para el análisis sensorial de aceptación.....	24
2	Formato utilizado para el análisis sensorial de preferencia.....	25

## 1. INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, los aditivos no cárnicos han recibido una atención considerable en la fabricación de los productos tipo emulsión de carne como resultado de preocupaciones económicas y el énfasis de aumento en la salud. Esto ha dado lugar a la producción de productos alimenticios menos costosos y más estables, con características texturales y alimenticias más aceptables (Comer y Allan-Wojtas 1988). Dentro de los productos cárnicos, una categoría de las más consumidas son las emulsiones cárnicas. (Knipe 1992). De las emulsiones, la salchicha Frankfurter es sin duda la más producida a nivel mundial. En EUA, en el año 2005, los consumidores han comprado más de \$3.9 billones en hot dog (comida rápida preparada con salchichas frankfurter) en los supermercados (Ray 2005).

Muchas investigaciones apuntan el aumento de la utilización de productos lácteos como ingredientes en forma de concentrados o de polvos de proteína convenientes para el uso en formulados de carne (Hoven et al 1987). En países desarrollados el suero se deshidrata para utilizarlo en formas diversas. Las proteínas lácteas pueden ser encontradas en el mercado en polvo, y concentrados, los cuales se utilizan en formulaciones de bebidas, productos lácteos y extensores de carnes (Andrade 1999).

Cerca de 118 millones de toneladas de suero fluido se generan anualmente, pero solamente cerca del 62% de este líquido se está utilizando actualmente como alimento o en la producción de los alimentos (Marriott 1998).

A pesar que la proteína del suero es de mejor calidad que la caseína, en la Planta de Procesamiento de Productos Lácteos de Zamorano este efluente es principalmente desechado. El contenido proteico está dado por la  $\alpha$ -lactoalbúmina y la  $\beta$ -lactoglobulina, que constituyen el 80% de la proteína presente en el suero. La caseína, que representa el 78% de la proteína de la leche, según indica Revilla (1996), es ligeramente deficiente en los aminoácidos azufrados (metionina y cisteína). Las proteínas del suero, que representan un 17% del total de la proteína de la leche poseen mayor cantidad de estos aminoácidos azufrados.

## **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto del suero lácteo dulce (SLD) como sustituto de agua en las características de una salchicha tipo emulsión.

## **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Determinar las características de pH, textura y color en las salchichas tratadas.

Determinar las características sensoriales de las salchichas tratadas.

Determinar la preferencia de los panelistas entre las salchichas tratadas.

Determinar la carga de aerobios y coliformes totales de las salchichas tratadas.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 DEFINICIONES**

Según Desrosier (1989), el suero es la parte que permanece fluida en la cuajada después de elaborar un queso, y éste a su vez puede ser dulce o ácido. Para la elaboración de quesos se puede obtener la cuajada por medio de enzimas (cuajo) o por medio de ácido precipitante, ya sea clorhídrico, sulfúrico o láctico de formación natural. El resto de líquido con varios componentes disueltos (lactosa, proteínas, minerales y otros componentes menores) es el suero. Charley (1989), menciona que el suero contiene fosfolípidos y proteínas de las membranas procedentes de los glóbulos de grasa.

### **2.2 COMPOSICIÓN DEL SUERO**

El suero tiene al menos un 50% de los sólidos de la leche original. Se puede afirmar que el suero es una solución de 12 % proteínas, lactosa al 5% y un 2% de otros componentes de la leche, especialmente de riboflavina que permanece disuelta en el suero (Desrosier, 1989).

El lactosuero contiene un poco más del 25% de las proteínas de la leche, cerca del 8% de la materia grasa y cerca del 95% de la lactosa. La lactosa puede descomponerse térmicamente en el procesamiento de los alimentos, para esto interviene el pH del medio; también es afectada por las reacciones de oscurecimiento, que de acuerdo al tipo de alimento pueden ser deseables o indeseables (Inda 2000).

### **2.3 SUERO EN CÁRNICOS**

La estabilidad y el color son parámetros de calidad muy importantes cuando se evalúan salchichas tipo Frankfurter (Klettner 1993). Estos parámetros son afectados por muchos factores durante el procesamiento, incluyendo la cantidad de ingredientes, aditivos, el tratamiento térmico realizado y el equipo usado (Yetim 2000). En general, la textura es un atributo que se mide en los productos cárnicos emulsificados en parámetros como dureza, cohesividad, chiclosidad y fuerza de corte. Esta metodología ha sido usada y muy bien documentada (Klettner 1984). Muchos investigadores han medido estas propiedades texturales con el sistema TPA (Texture Profile Analysis) para establecer perfiles texturales.

Información sobre la incorporación de suero líquido en productos cárnicos emulsificados no está abiertamente disponible (Mortensen 1986).

El obtener información técnica y científica sobre la incorporación de suero de leche fluido en productos cárnicos emulsificados puede tener mucha importancia para producir productos cárnicos convencionales. La industria cárnica en general usa más concentrados o deshidratados de proteína que son más caros que el suero líquido (Yetim *et al.* 2001).

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO**

El estudio se realizó en la Planta de Industrias Cárnicas, el Laboratorio de Microbiología de Alimentos, el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ) y la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID), ubicados en la Escuela Agrícola Panamericana “Zamorano”, localizada en el kilómetro 30 carretera a Danlí, Valle del Yeguaré, Departamento Francisco Morazán, Honduras, C.A.

### **3.2 MATERIALES Y EQUIPO**

#### **3.2.1. Materiales**

- Se utilizaron los ingredientes de la formulación de la Planta de Cárnicos para la elaboración las salchichas (Cuadro 2.)
- Se utilizó suero dulce de queso crema sin salar proveniente de la Planta de Lácteos de Zamorano.

#### **3.2.2. Equipo**

- Marmita Vulcan 103377 de una capacidad de 5 galones
- Cuarto congelador
- Balanza de precisión, marca Pelouze, modelo 10B60
- Balanza electrónica, marca Ohaus, modelo LS2000
- Molino de carne, marca Hobart, modelo 4146
- Embutidora, marca Fatosá, modelo 701
- Ahumador, marca Koch, modelo KLE 100
- Termómetro electrónico, marca Comark
- Cutter o cortadora silenciosa, marca Koch
- Potenciómetro marca Oreon

### 3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El estudio consintió en evaluar tres niveles (0%, 50%, 100%) de sustitución de agua por SLD en salchichas (Cuadro 1). Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA) de 3 tratamientos y 3 repeticiones para un total de 9 unidades experimentales. Los resultados de los análisis físico-químicos y sensoriales se analizaron en el programa estadístico SAS® (Statistical Analysis System) por medio de un análisis de varianza (ANDEVA) con la prueba de separación de medias Tukey con un nivel de significancia ( $P < 0.05$ ). El análisis sensorial de preferencia se analizó con la prueba del Chi-Cuadrado.

Cuadro 1. Diseño de bloques completos al azar para medir el efecto de la sustitución de agua por suero en salchichas tipo emulsión.

	<b>Tratamiento 1</b>	<b>Tratamiento 2</b>	<b>Tratamiento 3</b>
	<b>0%</b>	<b>50%</b>	<b>100%</b>
<b>Bloque 1</b>	T1B1	T2B1	T3B1
<b>Bloque 2</b>	T1B2	T2B2	T3B2
<b>Bloque 3</b>	T1B3	T2B3	T3B3

### 3.4. METODOLOGÍA

#### 3.4.1. Suero de leche

Se pasteurizó el SLD en una marmita de la Planta Agroindustrial de Investigación de Desarrollo de Zamorano por medio de un tratamiento térmico con el objetivo de mantenerlo libre de organismos patógenos. Se pasteurizó por tandas a una temperatura de 70 °C por 30 minutos, fue necesario evitar la desnaturalización de las proteínas del suero, se debe usar temperaturas no mayores de 75 °C, Wong (1995). Inmediatamente después del pasteurizado el suero se introdujo al cuarto frío donde bajo la temperatura rápidamente hasta 4 °C y se empacó individualmente en bolsas de LDPE de 1 litro de capacidad, después del empacado se dejó en el cuarto frío hasta alcanzar el congelamiento.

Para cada tratamiento se utilizó los ingredientes de la formulación de salchichas hot-dog de la Planta de Cárnicos de Zamorano (Cuadro 2).

Cuadro 2. Ingredientes cárnicos y no cárnicos usados en la formulación de las salchichas.

Formulación Salchichas			
<b>Ingrediente</b>	<b>TRT 1 cantidad/kg</b>	<b>TRT 2 cantidad/kg</b>	<b>TRT 3 cantidad/kg</b>
Res 1	3.852	3.852	3.852
Res 2	4.109	4.109	4.109
Cerdo 3	1.541	1.541	1.541
Soya rosada	0.450	0.450	0.450
SLD (hielo)	0.000	1.605	3.210
Agua(hielo)	3.210	1.605	0.000
Azúcar	0.064	0.064	0.064
Bengamina	0.015	0.015	0.015
Condimento Hot Dog 12027	0.064	0.064	0.064
Fosfato primatene	0.064	0.064	0.064
Eritorbato de sodio	0.005	0.005	0.005
Sal de cura	0.032	0.032	0.032
Sal yodada	0.225	0.225	0.225
Funda Celulosa	1.091	1.091	1.091
Pimienta blanca	0.032	0.032	0.032
Ajo en polvo	0.025	0.025	0.025
Nuez moscada	0.008	0.008	0.008

Se hicieron tandas de 13.6 Kg. donde la única variante fue la cantidad de SLD y agua como se detalla en la cuadro 2.

### 3.4.2. Pesado

Los ingredientes y la materia prima para cada formulación se pesaron utilizando una balanza de precisión, marca Pelouze, modelo 10B60 para los condimentos y una balanza electrónica, marca Ohaus, modelo LS2000 para el agua, suero y los ingredientes cárnicos.

### 3.4.3. Molido

Para la molienda la carne se molió en un molino de carne, marca Hobart, modelo 4146, se utilizó el disco con un tamaño de orificio de 0.32 cm., moliendo cada tipo de carne por separado (magras y grasas).

#### **3.4.4 Cutter**

Luego de moler las carnes se colocaron en el cutter o cortadora silenciosa, marca Koch, para emulsificar. Se comenzó colocando las carnes magras y frescas, en el plato del cutter para ser picadas a velocidad lenta, luego se agregó la combinación el agua y SLD en forma de hielo según el tratamiento y se aumentó la velocidad del plato, cuando ya había una pasta formada, se agregó la grasa y los condimentos previamente mezclados.

#### **3.4.5 Embutido**

Una vez obtenida la pasta de cada tratamiento, se colocó uno a la vez en la embutidora al vacío para ser embutidos en fundas de Wienepak calibre 21. Cada tratamiento fue marcado con cintas de colores para evitar la confusión entre ellos.

#### **3.4.6 Ahumado y tratamiento térmico**

El proceso de secado (60°C, 15 min.), ahumado (60° C, 1 h.) y cocción (80°C, 30 min.) se realizó en el ahumador semiautomático Horno, marca Koch. El producto se dejó enfriar por 30 minutos con una ducha hasta alcanzar una temperatura interna de 22°C.

#### **3.4.7 Refrigeración del producto terminado**

Luego que el producto alcanzó una temperatura interna de 22°C se almacenó en el cuarto frío a una temperatura de 4°C por 24 horas para luego ser cortado y empacado.

#### **3.4.8. Cortado y empaque**

El producto terminado se corto en pedazos de 12 a 13 cm. de largo y se empacó al vacío. Solamente se empacaron las muestras que posteriormente fueron sometidas a los diferentes análisis.

### **3.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

Los recuentos de aerobios y coliformes totales determinan la aceptabilidad en muchos alimentos procesado, de acuerdo a la legislación de cada país. Para que un producto sea apto para el consumo debe de estar entre ciertos límites de poblaciones microbianas, los cuales son establecidos por instituciones gubernamentales como es el caso de la Administración de Alimentos y Drogas de EUA (FDA por sus siglas en inglés) e instituciones de comercio como en la Unión Europea. En Honduras, la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) y la Sub Secretaría de Salud (SS), siguen los lineamientos del Codex Alimentarius, que es un organismo regulador a nivel mundial y por el ICAITI (Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial) en Centro América. Estos organismos establecen conteos microbiológicos de referencia los cuales se presentan en cuadro 3.

Cuadro 3. Límites microbiológicos en UFC/g para embutidos cocidos<sup>1</sup>.

Descripción del product	Coliformes totales (ufc/g)	Aerobios mesófilos (ufc/g)
PRODUCTO COCIDO		
1. Entero	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>5</sup>
2. Rebanado	<10 <sup>3</sup>	<2x10 <sup>5</sup>
PRODUCTO AHUMADO Y COCIDO		
1. Entero	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>5</sup>
2. Rebanado	<10 <sup>3</sup>	<2x10 <sup>5</sup>
PRODUCTO CRUDO CONGELADO		
1. Hamburguesas de pollo	<10 <sup>3</sup>	<5x10 <sup>5</sup>
2. Hamburguesas de res/carne molida	Máx 9.4 NMP	<75x10 <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Referencia: ICAITI 34130

\* NMP= Número Más Probable.

El análisis microbiológico de las muestras de salchicha se realizó mediante técnicas cultivo en medios no selectivos para aislamiento e identificación de bacterias.

### 3.5.1. Análisis de Coliformes Totales

Se sembraron 50 g de muestra, previamente diluidas, en Plate Count Agar (PCA), un medio no selectivo, se incubó a 35°C por 24 horas y se realizó el conteo.

### 3.5.2. Análisis de Aerobios Totales

Se sembraron 50 g de muestra, previamente diluidas, en VRBA (Violet Red Bile Agar), un medio no selectivo, se incubó a 35°C por 48 horas y se realizó el conteo.

## 3.6 ANÁLISIS DE COLOR

Se efectuó un análisis de color exterior de las salchichas utilizando el Color Flex Hunter Lab, modelo número 45/0. Se utilizó tres repeticiones para cada uno de los tratamientos. Los resultados se presentaron en una escala de triple estímulo (L a\* b\*), el eje L mide claridad de 0-100 (0 = negro y 100 = blanco), a\* (negativo = verde, positivo= rojo), y b\* (negativo = azul, positivo = amarillo). Cada lectura obtenida da un valor para cada eje, detectando así las diferencias de la muestra respecto a coloración, claridad y color (Huffman 1980).

### **3.7 ANÁLISIS DE TEXTURA**

Para determinar la textura de las salchicha se utilizó el equipo INSTRON 4444, mediante el acople Warner Bratzler. Se midió la fuerza de corte o cizalla en kilo Newtons (kN) de las muestras de cada tratamiento. Esta medida se realizó por triplicado y los promedios fueron analizados estadísticamente.

### **3.8 ANÁLISIS DE pH**

Se determinó el pH de cada tratamiento con el potenciómetro marca Oreon. Los análisis de hicieron por triplicado y los promedios fueron usados para análisis estadístico.

### **3.9 ANÁLISIS SENSORIAL**

Se evaluaron los tratamientos de cada bloque con un panel de 10 personas integrado por estudiantes de la Carrera de Agroindustria de la Escuela Agrícola Panamericana. El análisis se llevo a cabo en la sala para evaluación sensorial de la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID) de la Carrera de Agroindustria de la Escuela Agrícola Panamericana. Cada formulario para las pruebas fue redactado con instrucciones claras y precisas para no inducir a error. Las pruebas fueron acompañadas de limpiadores del paladar (galletas de soda y agua), con el fin de eliminar la sensación de la muestra anterior. Para la codificación de las muestras se asignaron números de tres dígitos distintos en cada tratamiento para que no indujeran a error, ni conclusiones equivocadas, dudas o interpretaciones personales.

#### **3.9.1. Análisis Sensorial de Aceptabilidad**

La prueba de aceptabilidad fue enfocada hacia tres atributos específicos del producto: color, sabor y textura, para lo cual se elaboró un formato en la que el panelista categorizó cada uno de los tratamientos usando una escala de cinco puntos (5=Me agrada mucho hasta 1=Me desagrada mucho) para los tres atributos antes mencionados (Anexo 1).

#### **3.9.2 Análisis Sensorial de Preferencia**

Para la prueba de preferencia se utilizó un formato en el cual el panelista escogió uno (1) de los tres tratamientos como su preferido en general (Anexo 2). Se realizó la prueba del Chi-Cuadrado para determinar estadísticamente las diferencias.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Los conteos de coliformes y aerobios totales de todos los tratamientos se encuentran dentro de los parámetros permitidos (ICAITI 34130) (Cuadro 3). El conteo de coliformes totales fue estadísticamente igual ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos, los aerobios totales presentaron un crecimiento diferente ( $P>0.05$ ) en los tratamientos que incluyen suero (Cuadro 4). A través del tiempo, el crecimiento total de aerobios y coliformes fue estadísticamente igual ( $P>0.05$ ) para todos los tratamientos (Cuadro 5).

Cuadro 4. Conteos de coliformes y aerobios totales presentes en las salchichas, expresados como  $\log_{10}$  ufc/g.

Tratamiento Nivel de sustitución	Coliformes Totales $\pm$ DE		Aerobios Totales $\pm$ DE	
	Día 1 <sup>(NS)</sup>	Día 28 <sup>(NS)</sup>	Día 1	Día 28
1. 0%	0 $\pm$ 0	1.19 $\pm$ 0.17	2.21 $\pm$ 0.42 <sup>b</sup>	3.34 $\pm$ 0.06 <sup>b</sup>
2. 50%	0 $\pm$ 0	1.48 $\pm$ 0.35	2.58 $\pm$ 0.12 <sup>ab</sup>	3.82 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>
3. 100%	0 $\pm$ 0	1.62 $\pm$ 0.11	2.79 $\pm$ 0.20 <sup>a</sup>	3.83 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>

<sup>a-b</sup> Valores en la misma columna con letras diferentes son estadísticamente diferentes ( $P<0.05$ ).

<sup>NS</sup> No se encontraron diferencias significativas ( $P<0.05$ ).

DE: Desviación Estándar

El suero dulce es más susceptible al deterioro por microorganismos, ya que al no poseer un pH bajo como el del suero ácido (pH de 4.7 o menos) favorece su crecimiento (Roberts 2000).

Cuadro 5. Crecimiento de aerobios y coliformes totales del día 1 al 28 en las salchichas, expresados como log<sub>10</sub> ufc/g.

<b>Tratamiento Nivel de sustitución</b>	<b>Coliformes Totales<sup>NS</sup> ± DE</b>	<b>Aerobios Totales<sup>NS</sup> ± DE</b>
<b>1. 0%</b>	1.19 ± 0.17	1.26 ± 0.31
<b>2. 50%</b>	1.48 ± 0.35	1.25 ± 0.07
<b>3. 100%</b>	1.62 ± 0.11	1.15 ± 0.21

<sup>NS</sup> No se encontraron diferencias significativas (P<0.05).

DE: Desviación Estándar

#### 4.2 ANÁLISIS DE COLOR

La salchicha con cero por ciento de sustitución presentó una mayor claridad y distinta estadísticamente a la de 100% de sustitución que presentó menor luminosidad. La de 50% sustitución tiene una luminosidad en la superficie de la salchicha igual estadísticamente (P>0.05) a los extremos de sustitución. Estas diferencias de color pueden estar asociadas con el hecho que la lactosa y otros azúcares reductores presentes en el suero lácteo durante la cocción producen un efecto de bronceado deseable en los productos cárnicos (FDA 1999).

Cuadro 6. Efecto de sustitución de agua por suero lácteo dulce en el color superficial de la salchicha (valores L, a\*, b\*).

<b>Tratamiento Nivel de sustitución</b>	<b>L ± DE</b>	<b>a* ± DE</b>	<b>b* ± DE</b>
<b>1. 0%</b>	59.62 ± 2.99 <sup>a</sup>	17.33 ± 1.04 <sup>b</sup>	12.66 ± 0.08 <sup>b</sup>
<b>2. 50%</b>	56.21 ± 2.12 <sup>ab</sup>	19.02 ± 1.61 <sup>b</sup>	13.14 ± 0.27 <sup>b</sup>
<b>3. 100%</b>	50.69 ± 1.87 <sup>b</sup>	23.88 ± 0.67 <sup>a</sup>	15.55 ± 0.27 <sup>a</sup>

<sup>a-b</sup> Letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.05)

L \*:0-100 claridad.

a \*:60 positivo = rojo, 60 negativo = verde.

b \*:60 positivo = amarillo, 60 negativo = azul.

DE: Desviación Estándar.

Las salchichas con 100% de sustitución obtuvieron mayores tonalidades de rojo y amarillo estadísticamente ( $P < 0.05$ ) que los otros tratamientos. Estos cambios de color coinciden con los resultados sensoriales donde los panelistas prefirieron el color de las salchichas con 100% de sustitución que los otros dos tratamientos. La sustitución de 50% de agua por SLD no presenta diferencias significativas en el atributo color en comparación con el control.

Se esperaban cambios en la disminución de claridad (L) y aumento de tonalidades rojas (a\*) y amarillas (b\*) debido a que estos efectos fueron observados por Muller (1998) al agregar proteínas lácteas (caseinatos) a un tipo de salchichas frankfurter coinciden con tener mayores ( $P < 0.05$ ) tonalidades de rojo.

#### 4.3 ANÁLISIS DE TEXTURA

Se encontró diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en la textura de los tratamientos siendo el tratamiento con 100% de sustitución de agua por suero el que necesitó mayor fuerza de corte en comparación con los otros dos tratamientos (Cuadro 7). En el análisis sensorial los panelistas estadísticamente ( $P < 0.05$ ) no percibieron diferencias en la textura de las salchichas.

La desnaturalización de las proteínas de la leche provocada por el calor forma geles rígidos irreversibles que retienen el agua y la grasa en una matriz, previniendo la pérdida de humedad y aportando una mejor estructura a los productos cárnicos (FDA 1999), por esta razón se esperaba que el tratamiento con mayor sustitución de agua presentara una textura más firme. La sustitución de 50% del agua por SLD no aumentó estadísticamente ( $P < 0.05$ ) la firmeza de la salchicha.

Cuadro 7. Efecto de sustitución de agua por suero lácteo dulce en la fuerza corte de las salchichas.

<b>Tratamiento Nivel de sustitución</b>	<b>Textura (kN) <math>\pm</math> DE<sup>1</sup></b>
<b>1. 0%</b>	0.009 $\pm$ 0.000 <sup>b</sup>
<b>2. 50%</b>	0.011 $\pm$ 0.001 <sup>b</sup>
<b>3. 100%</b>	0.019 $\pm$ 0.001 <sup>a</sup>

<sup>a-b</sup> Letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ )

<sup>1</sup>DE: Desviación Estándar

Según datos reportados en los experimentos de Muller (1998), que sustituyó 100% de suero lácteo en forma líquida en una salchicha tipo frankfurter encontró que las propiedades de fuerza de corte, cohesividad y chiclosidad estadísticamente ( $P > 0.05$ ) no tuvieron diferencias con los controles sin SLD agregado.

#### 4.4 ANÁLISIS DE pH

Los tratamientos con 50 y 100% de sustitución de agua por SLD presentaron niveles de acidez estadísticamente iguales ( $P < 0.05$ ) y menores al tratamiento uno que presentó un nivel de pH mayor. En el análisis sensorial los tratamientos con SLD tuvieron menor aceptación estadísticamente ( $P < 0.05$ ) que el tratamiento sin SLD, de esto podemos deducir que el incrementar la acidez en la salchicha disminuye la aceptación del consumidor.

Cuadro 8. Efecto de sustitución de agua por suelo lácteo dulce en el pH de las salchichas.

<b>Tratamiento Nivel de Sustitución</b>	<b>pH <math>\pm</math> DE<sup>1</sup></b>
<b>1. 0%</b>	6.05 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup>
<b>2. 50%</b>	5.42 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>
<b>3. 100%</b>	5.41 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup>

<sup>a-b</sup> Letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ )

<sup>1</sup>DE: Desviación Estándar

El descenso en pH está asociado con el pH original del SLD que era de 5.6 y el pH de la salchicha sin SLD que era de 6.05. La sustitución de bajo significativamente el pH de las salchichas con 50 y 100% de sustitución de agua por SLD.

#### 4.5 ANÁLISIS SENSORIAL

##### 4.5.1. Análisis Sensorial de Aceptabilidad

##### 4.5.1.1. Color

Para los panelistas el tratamiento 1 y 2 no fueron diferentes estadísticamente ( $P > 0.05$ ) mientras que el tratamiento tres si fue separado y considerado el mejor ( $P < 0.05$ ) de la escala hedónico de me agrada mucho. Estadísticamente ( $P < 0.05$ ) los panelistas prefirieron el color del tratamiento tres, lo cual concuerda con un color más rojo según los datos del análisis físico de color ya que presentó un producto menos luminoso y con mayor tonalidad roja, los demás tratamientos tuvieron una aceptación menor e igual estadísticamente ( $P > 0.05$ ) (Cuadro 9).

Se esperaba tener una mayor aceptación sensorial en color porque según la FDA (1999) durante la cocción de embutidos con proteínas lácteas se obtiene un efecto de bronceado que es deseable en los productos cárnicos.

Cuadro 9. Efecto de sustitución de agua por suero lácteo dulce en la aceptación sensorial de color para la superficie de las salchichas.

<b>Tratamiento Nivel de sustitución</b>	<b>Separación de Medias<sup>1</sup> ± DE<sup>2</sup></b>
<b>1. 0%</b>	3.37 ± 0.67 <sup>b</sup>
<b>2. 50%</b>	3.30 ± 0.79 <sup>b</sup>
<b>3. 100%</b>	3.93 ± 1.05 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> 1= me desagrada mucho, 5= me agrada mucho

<sup>a-b</sup> Letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.05)

<sup>2</sup>DE: Desviación Estándar

#### 4.5.1.2 Sabor

Todos los tratamientos fueron descritos dentro del rango de agradable. Los panelistas consideraron la sustitución de 50 y 100% estadísticamente iguales (P>0.05). La salchicha que no tenía suero fue diferente estadísticamente (P<0.05) y la más agradable.

La aceptación del sabor puede estar relacionada con la disminución del pH según el cuadro 8, quedando el tratamiento uno con un mayor pH y una mayor aceptación (P<0.05) en sabor en comparación con los demás tratamientos.

Cuadro 10. Efecto de sustitución de agua por suero lácteo dulce en el atributo sabor para las salchichas.

<b>Tratamiento Nivel de sustitución</b>	<b>Separación de Medias<sup>1</sup> ± DE<sup>2</sup></b>
<b>1. 0%</b>	4.17 ± 0.62 <sup>a</sup>
<b>2. 50%</b>	3.67 ± 0.92 <sup>b</sup>
<b>3. 100%</b>	3.47 ± 0.63 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> 1= me desagrada mucho, 5= me agrada mucho

<sup>a-b</sup> Letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.05)

<sup>2</sup>DE: Desviación Estándar

#### 4.5.1.3. Textura

En la característica de textura los panelistas no encontraron diferencias significativas (P<0.05) entre los tratamientos, esto asociado con la información del cuadro 5 nos refleja falta de entrenamiento por parte de los panelistas.

Cuadro 11. Efecto de sustitución de agua por suelo lácteo dulce en el atributo aceptación sensorial de textura de las salchichas.

<b>Tratamiento Nivel de sustitución</b>	<b>Separación de Medias<sup>(NS)</sup> ± DE<sup>1</sup></b>
<b>1. 0% Suero</b>	3.83 ± 0.98
<b>2. 50% Suero</b>	3.73 ± 0.98
<b>3. 100% Suero</b>	4.23 ± 0.62

1= me desagrada mucho, 5= me agrada mucho

<sup>NS</sup> No se encontraron diferencias significativas (P<0.05).

<sup>1</sup>DE: Desviación Estándar

#### 4.5.2. Análisis Sensorial de Preferencia

El análisis de Chi-Cuadrado indicó que había preferencia (P<0.05) por el tratamiento que no tenía sustitución de SLD, los tratamientos dos y tres fueron menos e igualmente preferidos (Cuadro 12), esto puede estar relacionado con la mayor aceptación del sabor que obtuvo el mismo tratamiento en el análisis sensorial de aceptación (Cuadro 10).

Cuadro 12. Prueba de Chi-cuadrado para el análisis sensorial de preferencia de las salchichas.

<b>Tratamiento Nivel de sustitución</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje de la prueba</b>
1. 0%	25	83.33	33.33
2. 50%	3	10.00	33.33
3. 100%	2	6.67	33.33

La disminución de pH por consecuencia de la sustitución de agua pudo afectar las preferencias de los panelistas, estadísticamente (P<0.05) los panelistas prefieren el tratamiento uno, esto indica que los panelistas se fueron por el sabor, aunque el color fue preferido y las texturas fueron iguales.

## 5. CONCLUSIONES

- La adición de suero lácteo dulce en las salchichas no afectó el crecimiento microbiológico de coliformes y aerobios totales y se mantuvo bajo los límites permitidos 28 días después de la manufactura.
- La sustitución del 100% de agua por suero lácteo dulce presenta una salchicha con color superficial más rojizo y más agradable para los panelistas.
- La sustitución de agua por suero lácteo dulce reduce el pH de las salchichas.
- Las salchichas sustituidas con 100% de suero lácteo dulce presentaron una textura más firme que las menos sustituidas.
- Los panelistas encontraron la salchicha sin suero con el sabor más agradable y esta fue la preferida

## **6. RECOMENDACIONES**

- Aumentar el nivel de un ingrediente no cárnico (fosfato de sodio o caseinato de sodio) que regule el pH de las salchichas sustituidas con 100% de sustitución.
- Hacer un análisis de vida útil de las salchichas son suero.
- Realizar un análisis proximal (Cenizas, Aw, etc.)

## 7. BIBLIOGRAFIA

- Andrade, L; 1999. Efecto del flujo de alimentación sobre la ultrafiltración del suero pasteurizado de queso; Tesis de Ing. Agro. Zamorano, Honduras 24 p.
- Cetebedi ; 2000. Leche de soya y carnes vegetales (en línea); Consultado el 16 de septiembre de 2007. Disponible en <http://www.cetebedi.com/Productos/Soya.htm>
- Charley, H. 1989. Tecnología de alimentos: procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos México; Editorial LIMUSA. 767 p.
- Comer, F.W. and Allan-Wojtas, P. 1988. Functional and microstructural effects of filler in comminuted meat products; Food Microstructure. 7, 25–46 p.
- Desrosier, N.W. 1989. Elementos de tecnología de alimentos. 6 ed. México. Editorial Continental. 783 p.
- Food and Drug Administration, FDA. 1999. Code of Federal Regulations (en línea). Consultado el 29 de agosto. 2007. Disponible en: <http://www.fda.gov>
- Knipe, L. 1992. Meat Emulsions (en línea). Consultado el 23 de sep. 2006. Disponible en <http://cfaes.osu.edu>
- Inda, A. 2000. Optimización de rendimiento y aseguramiento de inocuidad en la Industria Quesera. Una guía para la pequeña y mediana empresa. Organización de Estados Americanos (OEA). Centro impresor Piedra Santa. Guatemala, C.A.
- Hoven, M. 1987. The functionality of dairy ingredients in meat products. Food Technology 41, 72-77.
- Marriott, N.G., Wang, H., Claus, J.R. And Graham, P.P. 1998. Evaluation of restructured low-fat ham containing whey. J. Muscle Foods 9, 201–207.
- Mortensen, B.K. 1986. The use of milk powder in food products. Proceedings of the International Dairy Congress pp. 709–717, The Hague, the Netherlands.
- Revilla, A; 1996. Tecnología de la leche. 3 ed. Rev. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, Centroamérica. 396 p.
- Roberts, D; Hooper, W; Greenwood, M; 2000. Microbiología práctica de los alimentos. Trad. por Ester Sanz López. Zaragoza, España. Editorial ACRIBIA. 276 p.

Valdivieso, S; 1998. Evaluación tecnológica y sensorial de formulaciones de costo mínimo para Frankfurt y Mortadela. Tesis Ing. Agro. Honduras, Zamorano 41 p.

Wong, D.W.S; 1995. Química de los alimentos: mecanismos y teoría. Trad. por Pascual López Lorenzo. Zaragoza, España. Editorial ACRIBIA. 476 p.

Zorba, O., Yetim, H., Ozdemir, S. and Gokalp, H.Y; 1995. The possibility of using fluid whey in comminuted meat products: Capacity and viscosity of the model emulsions prepared using whey and muscle proteins. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* *200*, 425–427 p

## **8. ANEXOS**

## Anexo 1. Formato utilizado para el análisis sensorial de aceptación.

**Prueba de aceptabilidad**

Nombre \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_ Tiene hambre? (si/no) \_\_\_\_\_

Instrucciones: Por favor responda a las preguntas que a continuación se le presentan circulando lo que más refleje sus opiniones acerca del producto.

¿Qué opina acerca del **COLOR** del producto con el código?

479	138	247
Me agrada mucho	Me agrada mucho	Me agrada mucho
Me agrada	Me agrada	Me agrada
No me agrada ni me desagrada	No me agrada ni me desagrada	No me agrada ni me desagrada
Me desagrada	Me desagrada	Me desagrada
Me desagrada mucho	Me desagrada mucho	Me desagrada mucho

¿Qué opina acerca del **SABOR** del producto con el código?

479	138	247
Me agrada mucho	Me agrada mucho	Me agrada mucho
Me agrada	Me agrada	Me agrada
No me agrada ni me desagrada	No me agrada ni me desagrada	No me agrada ni me desagrada
Me desagrada	Me desagrada	Me desagrada
Me desagrada mucho	Me desagrada mucho	Me desagrada mucho

¿Qué opina acerca de la **TEXTURA** del producto con el código?

479	138	247
Me agrada mucho	Me agrada mucho	Me agrada mucho
Me agrada	Me agrada	Me agrada
No me agrada ni me desagrada	No me agrada ni me desagrada	No me agrada ni me desagrada
Me desagrada	Me desagrada	Me desagrada

## Anexo 2. Formato utilizado para el análisis sensorial de preferencia.

**Prueba de Preferencia**

Nombre \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_ Producto \_\_\_\_\_

Instrucciones: Por favor pruebe primero el producto con el código 479. A continuación pruebe el producto con el código 138. Por último pruebe el producto 247. Ahora que ha probado todos los productos, cuál prefiere?

Por favor escoja uno.

Código 479. \_\_\_\_\_

Código 138. \_\_\_\_\_

Código 247. \_\_\_\_\_





