

**Evaluación del uso de leche descremada
deshidratada en una salchicha tipo
frankfurter baja en grasa**

Cindy Rubenia Fiallos Escobar

Honduras
Diciembre, 2006

**ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**Evaluación del uso de leche descremada
deshidratada en una salchicha tipo
frankfurter baja en grasa**

Proyecto especial presentado como requisito parcial
para optar al título de Ingeniera Agroindustrial
en el Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por:

Cindy Rubenia Fiallos Escobar

Honduras
Diciembre, 2006

La autora 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 de autor.

Cindy Rubenia Fiallos Escobar

Honduras
Diciembre, 2006

Evaluación del uso de leche descremada deshidratada en una salchicha tipo frankfurter baja en grasa

Presentado por:

Cindy Rubenia Fiallos Escobar

Aprobado:

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

Raúl Espinal, Ph.D.
Director
Carrera de Agroindustria

Wilfredo Domínguez, M.Sc.
Asesor

George Pilz, Ph.D.
Decano Académico

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

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios que ha sido mi ayudador, mi fortaleza, mi refugio, y mi paz. Gracias a El que me dio las fuerzas para culminar este gran pasó.

A mis padres, Carlos Fiallos e Iris Escobar, quienes con amor y dedicación me han apoyado en todo momento, a mis hermanos, Carlos, Grezzia, Anni y Alberto por estar siempre conmigo.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios porque sin él no lo hubiera logrado, por mantenerme de pie y caminar conmigo, ayudándome a cumplir mis sueños.

A mi familia por ayudarme a salir adelante, por estar conmigo en los momentos más difíciles, y por enseñarme a vivir.

Gracias a mi compañera de cuarto Indira Ortiz, por su tolerancia y por su apoyo en todo momento.

A mi amiga muy especial Lesbia Martínez por su apoyo incondicional durante la tesis.

A mis pastoras, Siria Cruz y Cristiana Godoy por sus consejos, y sus enseñanzas de vida.

A mis hermanitos preciosos del Ministerio Cristiano Rompiendo Fronteras, por su amistad y por los buenos momentos que hemos pasado juntos llevando acabo la obra de Dios.

A mis amigos de Marcala que a pesar de la distancia siempre he contado con su amistad.

A mis primas Belkys, Sigris, Breycia, por ser las mejores amigas.

A mis mejores amigas Claudia y Sylvia por su amistad incondicional.

A mis abuelos y mis tíos que siempre están dispuestos a ayudarme en cualquier momento.

A mis compañeros de la clase '06 por su amistad, y por enseñarme la diversidad de sus culturas.

A mis asesores Dra. Adela Acosta y al Ing. Wilfredo Domínguez, por sus conocimientos brindados y por el apoyo en la realización de este trabajo.

Al personal de la planta de cárnicos por su apoyo en la realización de este proyecto.

Al Pastor David y su familia por su cobertura sobre mi vida y por su cariño.

RESUMEN

Fiallos, C. 2006. Evaluación del uso de leche descremada deshidratada en una salchicha tipo frankfurter baja en grasa. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria, Zamorano, Honduras. 28 p.

El interés de la población por una mejor nutrición y bienestar físico ha incrementado en los últimos 20 años; aumentando así el consumo de productos bajos en grasa. En la industria cárnica, la leche descremada deshidratada (LDD) es utilizada en formulaciones de productos bajos en grasa para mejorar la textura y sabor del producto. El objetivo principal de este proyecto fue evaluar el uso de LDD como sustituto de grasa en una salchicha tipo frankfurter. Como objetivos específicos se deseó determinar el porcentaje de grasa de los cortes de carne utilizados como materia prima, desarrollar una formulación para un frankfurter con $20\pm 2\%$ menos grasa total que el control (reducido en grasa), desarrollar un frankfurter con $47\pm 2\%$ menos grasa total (ligero en grasa), analizar sensorialmente el producto y realizar análisis de fuerza de corte, humedad, proteína, cenizas, grasa y color. Los porcentajes de la materia prima cárnica para cada tratamiento fueron determinados de acuerdo a su contenido graso evaluado por medio del método de Extracto Etéreo. Se determinó la textura de las salchichas utilizando el Instron con el acople Warner Bratzler y el color (interno y externo) con el Colorflex. Los tratamientos fueron evaluados mediante un análisis sensorial cualitativo y de preferencia. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con separación de medias DUNCAN y un diseño de bloques completos al azar (BCA), analizando los resultados con el programa estadístico SAS[®] V 9.1. Se efectuó una prueba de chi-cuadrado para observar diferencias en la preferencia del panel sensorial. Se desarrollaron formulaciones para frankfurters ligeras ($12.83\pm 0.38\%$ grasa) y reducidas en grasa ($19.23\pm 0.56\%$ grasa), con y sin LDD. La LDD aumentó significativamente el contenido proteico de los tratamientos. El uso de LDD en la formulación de las salchichas frankfurters ligeras no tiene efecto sobre la intensidad de color rojo (a^*) en la superficie. El panel sensorial no encontró diferencias de color (interno y superficial) entre las salchichas frankfurters reducidas y ligeras, en cuanto a su contenido de grasa y LDD. Los panelistas no encontraron diferencias significativas en la preferencia de los tratamientos.

Palabras clave: dietético, emulsión

CONTENIDO

Portadilla.....		i
Auditoría.....		ii
Página de firmas		iii
Dedicatoria.....		iv
Agradecimientos.....		v
Resumen		vi
Contenido.....		vii
Índice de cuadros		ix
Índice de figuras		xi
Índice de anexos		xii
1. REVISIÓN DE LITERATURA		1
2. INTRODUCCIÓN		3
3. MATERIAL Y MÉTODOS		4
3.1 UBICACIÓN.....		4
3.2 MATERIALES.....		4
3.3 METODOLOGÍA		5
3.3.1 Evaluación de materia prima: Porcentaje de grasa.....		5
3.3.2 Análisis químico de grasa.....		6
3.3.3 Análisis estadístico		6
3.3.4 Formulación.....		6
3.3.4.1 Tratamientos.....		7
3.3.4.2 Preparación del producto		8
3.3.5 Análisis químico proximal		11
3.4 ANÁLISIS FÍSICO		11
3.4.1 Análisis mecánico de textura.....		11
3.4.2 Análisis de color		11
3.5 ANÁLISIS SENSORIAL		11
3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL.....		12
3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO		12
3.7.1 Análisis estadístico para las pruebas químicas de porcentaje de grasa en la materia prima.....		12
3.7.2 Análisis estadístico para las pruebas sensoriales.....		12
3.7.3 Análisis estadístico para las pruebas químicas		13
3.7.4 Análisis estadístico para las pruebas físicas		13

4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
4.1	PORCENTAJE DE GRASA DE LA MATERIA PRIMA.....	14
4.2	ANÁLISIS QUÍMICO	14
4.3	ANÁLISIS MECÁNICO DE TEXTURA	15
4.4	ANÁLISIS DE COLOR	16
4.4.1	Análisis de color interior de la salchicha frankfurter	16
4.4.2	Análisis de color superficial de la salchicha frankfurter	17
4.5	ANALISIS SENSORIAL	18
4.5.1	Color superficial	18
4.5.2	Color interior	18
4.5.3	Textura.....	19
4.6	ANÁLISIS DE PREFERENCIA.....	20
5.	CONCLUSIONES	21
6.	RECOMENDACIONES	22
7.	BIBLIOGRAFÍA	23
8.	ANEXOS	25

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Ingredientes no cárnicos de la formulación de la salchicha frankfurter	4
2.	Registros de producción promedio de cortes de carne de res 1, res 2 y cerdo 1	5
3.	Cantidad a muestrear de producción anual de cortes de res 1, res 2 y cerdo 1	5
4.	Formulaciones para cada tratamiento en porcentaje	6
5.	Diseño de BCA para la elaboración de la salchicha frankfurter ligera y reducida en grasa	12
6.	Medias del porcentaje de grasa en cortes res 1, res 2 y cerdo 1	14
7.	ANDEVA de los valores de humedad, cenizas, proteína y grasa del producto final de los distintos tratamientos	14
8.	Separación de medias del porcentaje de humedad, cenizas, proteína y grasa para el producto terminado de los distintos tratamientos	15
9.	Separación de medias del análisis de fuerza al corte	16
10.	ANDEVA del análisis de color interior de la salchicha frankfurter	16
11.	Separación de medias del análisis de color interior de la salchicha frankfurter	17
12.	ANDEVA del análisis de color superficial de la salchicha frankfurter	17
13.	Separación de medias del análisis de color superficial de las salchichas frankfurter de cada tratamiento	18

14.	Separación de medias para el atributo color superficial	18
15.	ANDEVA del atributo color interior	19
16.	Separación de medias para el atributo color interior.....	19
17.	ANDEVA del atributo textura	19
18.	Separación de medias para el atributo textura	20
19.	Resultados de preferencia	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Preparación de tratamientos.....	7
2.	Diagrama de flujo para la elaboración de la salchicha frankfurter ligera y reducida en grasa.....	10

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Evaluación sensorial de la salchicha tipo frankfurter ligera y reducida en grasa, con o sin LDD.....	26
2.	Tabla de Distribución de chi-cuadrado	28

1. REVISIÓN DE LITERATURA

Actualmente, existe una comprensión de la necesidad de reducir el consumo de grasa para evitar el riesgo de enfermedades cardíacas y evitar la obesidad. Los productos cárnicos bajos en grasa han experimentado un aumento considerable de ventas debido a que los consumidores se han preocupado más por su salud y bienestar físico (Allen y otros 1999).

Según Johnson (2000), el desarrollo de alimentos reducidos en grasa ha generado un atractivo y nuevo segmento de mercado en el cual muchos procesadores han decidido incursionar. Estas tendencias están tomando auge en la industria alimentaria, el interés de los consumidores en reducir las calorías de la grasa ha originado el desarrollo de una variedad de estrategias, formulando una variedad de ingredientes y reformulaciones que imitan las atractivas cualidades de las grasas.

Los productos cárnicos embutidos como salamis, salchichas, pepperoni, y otros, tradicionalmente poseen un alto contenido de grasa (20-40%), por lo cual son evadidos muchas veces por los consumidores que buscan productos bajos en grasa. Como resultado, la industria cárnica está buscando ingredientes que reemplacen la grasa manteniendo siempre el sabor, textura y jugosidad del producto.

Dentro de los productos cárnicos, una categoría de las más consumidas son las emulsiones cárnicas. La emulsión cárnica no es una emulsión verdadera ya que esta consiste en partículas sólidas de grasa dispersadas en una mezcla de agua, tejido conectivo y fibras musculares. Es decir, como una matriz, y su estabilidad depende de la capacidad de las proteínas cárnicas de retener el agua dentro de la matriz (Knipe 1992).

De las emulsiones, la salchicha Frankfurter es sin duda la más producida a nivel mundial. En USA 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 y al por menor 1.5 billones (Ray, 2005). Originaria de Frankfurt, Alemania. Es elaborada con carne de res, cerdo y algunas veces de pollo (Berberoglu 2005).

Desde el punto de vista fisiológico, la grasa es una fuente de vitaminas liposolubles, ácidos grasos esenciales, precursores de prostaglandinas, y transporte de drogas lipófilas (Johnson 2000). Sin embargo, esta puede ser reemplazada por ingredientes basados en lípidos, proteínas, carbohidratos, individualmente o en combinación. Los sustitutos generalmente se clasifican en dos grupos, sustitutos de grasa: macromoléculas que físicamente y químicamente se asimilan a los triglicéridos, y los imitadores de grasa: sustancias que reproducen las propiedades físicas y organolépticas de los triglicéridos, son frecuentemente sustitutos de grasa basados en proteínas y carbohidratos (Akoh 1998).

En un estudio realizado en México se evaluó varios sustitutos de grasa en la elaboración de salchichas frankfurter, los sustitutos contenían, mezclas de carragenina, goma xantan y almidón de maíz. En este estudio encontraron que los sustitutos de grasa utilizados mostraron ser eficientes al simular algunas de las características que la grasa proporciona a los productos cárnicos (Carrillo 2005).

Según Allen y otros (1999), existe una variedad de sustitutos de grasa los cuales imitan algunas de las características de la grasa, pero no se ha encontrado ningún sustituto que imparta todas las características de la grasa al producto. Además, la grasa es un ingrediente barato, así que la reducción de ésta en la formulación dará como resultado un producto de alto costo, lo que provoca una reducción en el mercado (segmentado) para estos productos. Sin embargo, los esfuerzos de la industria cárnica por reducir sus costos se orientan en gran medida hacia la introducción de materias primas no cárnicas.

Dentro de los sustitutos de la grasa se encuentra la leche descremada, la cual tiene un máximo de 5% de humedad y 1.5% o menos grasa. (Kurt y Zorba 2005).

Debido a que las proteínas de la leche reaccionan con la lactosa y otros azúcares reductores durante la cocción producen un efecto de bronceado deseable. Además, las proteínas pueden actuar como estabilizadores de emulsiones. 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. Se ha concluido que para productos cárnicos los aditivos como la leche descremada en polvo no debe exceder un 3.5% del producto, ya sea utilizada individualmente o combinada con otros retenedores de agua (FDA 1999).

2. INTRODUCCIÓN

El interés por tener una vida sana ha llevado a que prácticamente ninguna región del planeta sea ajena al consumo de alimentos bajos en grasa y calorías. Esa tendencia ha sido estimulada, por las grandes empresas fabricantes y procesadoras de esa clase de comida, que cada día lanzan al mercado productos con características que representan mejores opciones de salud para los consumidores. Para el sector cárnico, disponer de este tipo de alimentos constituye una excelente oportunidad de diversificación y posicionamiento en un mercado emergente. (ACNielsen 2004)

Las razones más comunes por la cual las personas incluyen en su dieta productos bajos en grasa son para perder o mantener el peso, prevención y tratamiento de enfermedades del corazón, alto colesterol, alta presión, cáncer y diabetes (Mauro y Wang 2001).

Tradicionalmente, la mayoría de productos cárnicos tienen alto contenido de grasa, sin embargo, debido al creciente interés en la salud y el peso, la industria cárnica ha respondido con la producción de productos bajos en grasa.

La grasa contribuye al sabor, aroma, olor y gusto, también a la cremosidad, apariencia, palatabilidad, textura, lubricidad de los alimentos e incrementa el sentimiento de saciedad durante las comidas. Determina la estructura física del alimento durante el procesamiento, empacado y almacenamiento (Tokusoglu y Ünal 2003).

La leche descremada deshidratada tiene la capacidad de imitar ciertas características de la grasa, tales como: sabor, color, sensación en la boca, estabiliza las emulsiones cárnicas, capacidad de retener agua en estructuras de geles. El tratamiento térmico intermedio de la LDD, provoca una desnaturalización deseable de las proteínas, asimismo controla la viscosidad y de esta forma mejora la textura del producto final.

El objetivo principal de este proyecto fue evaluar el uso de leche descremada deshidratada como sustituto de grasa en una salchicha tipo frankfurter. Como objetivos específicos se deseó determinar el porcentaje de grasa de los cortes de carne utilizados como materia prima; desarrollar una formulación para un frankfurter con un $20\pm 2\%$ menos grasa total que el control (reducido en grasa); desarrollar un frankfurter con $47\pm 2\%$ menos grasa total (ligero en grasa); Analizar sensorialmente el producto. Realizar análisis de fuerza de corte, análisis de humedad, proteína, cenizas, grasa y color.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN

El estudio, formulación y elaboración de la salchicha tipo frankfurter bajas en grasa se desarrollo en el área de procesamiento de la Planta de Industrias Cárnicas de la E.A.P. Los análisis químicos y físicos del producto se llevaron acabo en el Centro de Evaluación de Alimentos de Zamorano (CEA).

3.2 MATERIALES

Se utilizaron cortes de carne industriales denominados res 1, res 2 y cerdo 1, los cuales fueron proporcionados por la Planta de Industrias Cárnicas de la E.A.P.

Se utilizó la formulación de la planta de cárnicos para la elaboración del frankfurter, sin cambiar ninguno de los ingredientes no cárnicos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ingredientes no cárnicos de la formulación de la salchicha frankfurter.

Condimento y Aditivos	Proveedor
Agua potable	Zamorano, Honduras
Concentrado de soya	PRIMA S.A., Costa Rica
Ajo en polvo	PRIMA S.A., Costa Rica
Fosfato de sodio	PRIMA S.A., Costa Rica
Nuez moscada	AJINOMOTO S.A., Brasil
Pimienta blanca	PRIMA S.A., Costa Rica
Cloruro de sodio	PRIMA S.A.; Costa Rica
Nitrito de sodio	PRIMA S.A., Costa Rica
Eritorbato de sodio	PRIMA S.A., Costa Rica
Leche descremada en polvo	Dos pinos, Costa Rica
Carragenina	GRIFFITH S.A., Panamá
Sal yodada	Alimentos y Especies S.A.; Honduras
Hielo	Zamorano, Honduras

3.3 METODOLOGÍA

3.3.1 Evaluación de materia prima: Porcentaje de grasa

Debido a que para formular las salchichas frankfurters bajas en grasa era necesario saber cuanta grasa contenía cada uno de los cortes de carne utilizados en la formulación control, se procedió a analizar cada una de las materias primas cárnicas. Con base en los registros de desposte que posee la Empresa Universitaria de Industrias Cárnicas de Zamorano, se determinó la producción anual en tres tipos de cortes de carne: res 1, res 2 y cerdo 1, obteniendo los resultados que se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Registros de producción promedio de cortes de carne de res 1, res 2 y cerdo 1.

Tipo de carne	Promedio mensual (Kg.)	Promedio anual (Kg.)
Res 1	1,412.12	16,929.10
Res 2	793.21	9,518.53
Cerdo 1	1,134.65	12,377.94

Tomando como población la producción anual promedio de carne, se estimó la cantidad a muestrear de dicha población con un nivel de confiabilidad de 99% y un nivel de error de 1%, como se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Cantidad a muestrear de producción anual de cortes de res 1, res 2 y cerdo 1.¹

Tipo de carne	Población (Kg.)	Cantidad a muestrear (Nivel de confiabilidad de 99% y nivel de error de 1%)
Res 1	16,929.10	71.36 Kg.
Res 2	9,518.53	75.50 Kg.
Cerdo 1	12,377.94	70.45 Kg.

¹Datos obtenidos por el programa STATS™.

Los muestreos se realizaron durante cuatro semanas consecutivas, con una cantidad de muestra de 17.73 Kg. por semana de cada tipo de corte. La muestra se molió, homogenizó y se extrajo 0.23 Kg. para ser evaluada en el CEA.

3.3.1 Análisis químico de grasa

Se determinó el porcentaje de grasa para cada tipo de corte de carne, a través del método de Extracto Etéreo, 960.39, declarado por la AOAC (2005). Se realizó por duplicado a cada 0.23 Kg. de carne homogenizada de la muestra.

3.3.2 Análisis estadístico

El porcentaje promedio de grasa de cada tipo de carne se obtuvo por medio de un análisis univariado utilizando el programa estadístico SAS® V9.1.

3.3.3 Formulación

Cada tratamiento fue una modificación de la formulación original reduciendo el porcentaje de grasa tomando como referencia los lineamientos de los productos “reducidos en grasa” y “ligeros” de la FDA (1999).

Las salchichas tipo frankfurters nombradas “reducida en grasa” debían contener por lo menos 25% menos calorías, 25% menos grasa total y 25% menos grasa saturada que el alimento de referencia (FDA 1999), mientras que las consideradas “ligeras” debían cumplir con la especificación que si el 50% de las calorías provenían de la grasa, esta debía reducirse por lo menos 50% de la cantidad de referencia. Si menos del 50% de calorías provenían de la grasa, esta debe reducirse por lo menos 50% o reducir la cantidad de calorías por lo menos 1/3 de la cantidad de referencia. Para lograr niveles cercanos de reducción de grasa y calorías se realizaron cuatro formulaciones aparte del control en donde se redujo la grasa y se le agregó leche o no, para tener dos formulaciones de reducido en grasa con y sin leche agregada y ligero con y sin leche agregada.

Cuadro 4. Formulaciones para cada tratamiento en porcentaje.

Ingredientes	Normal	Ligera sin leche	Ligera con leche	Reducida sin leche	Reducida con leche
Res 1	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Res 2	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Cerdo 1	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
Cerdo 3	20.00	6.00	6.00	13.00	13.00
Hielo	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Concentrado de soya	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Leche desh. polvo	-	-	3.5	-	1.75
Ajo en polvo	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Fosfato primatene	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
Nuez moscada	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
Pimienta blanca	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Pluscolor	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
Primacure	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Sal yodada	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
Carragenina	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

3.3.3.1 Tratamientos

El estudio consistió en cuatro tratamientos y el control. Se tomó como base el tratamiento ligero en grasa sin agregar leche (45.45 Kg.). La pasta emulsificada se dividió en cinco partes de 9 Kg. cada tratamiento, los cuales se le agregó leche o grasa según el caso, como se muestra en la figura 1.

- T1 = Frankfurter ligera en grasa con leche
- T2 = Frankfurter reducida en grasa sin leche
- T3 = Frankfurter reducida en grasa con leche
- T4 = Frankfurter normal (control)
- T5 = Frankfurter ligera en grasa sin leche

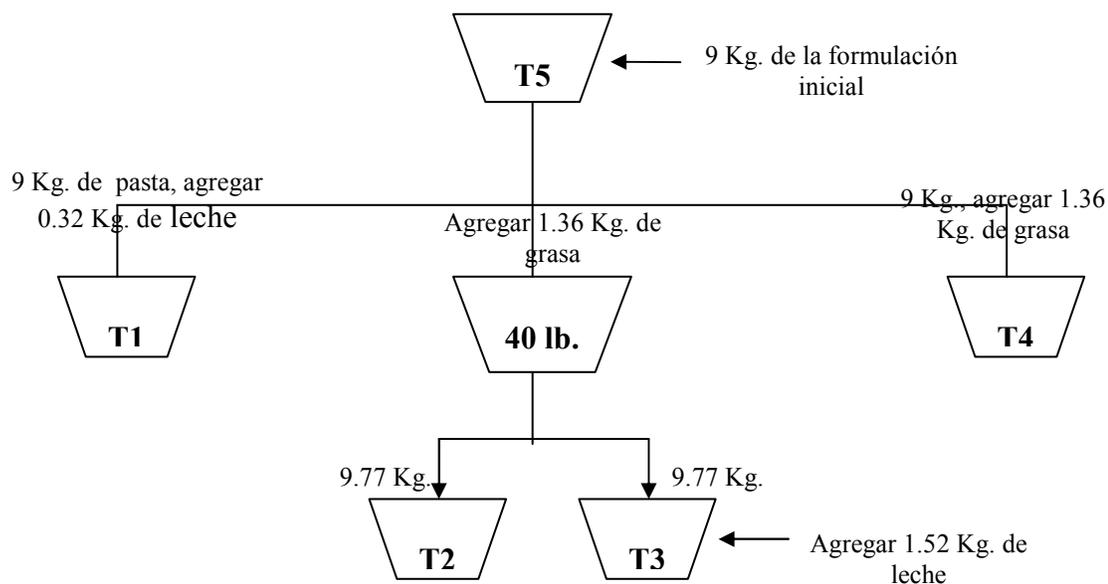


Figura 1. Preparación de tratamientos.

3.3.3.2 Preparación del producto

1. **Inspección pre-operativa:** Previo a realizar los productos, se realizó una inspección de limpieza para verificar que los equipos y el área de trabajo se encuentran desinfectados.
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 y los ingredientes cárnicos.
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 (res 1, 2 y cerdo 1 juntos, aparte cerdo 3).
4. **Emulsificado:** Luego de moler las carnes se colocaron en el cutter o cortadora silenciosa, marca Koch, para emulsificar los distintos cortes. Se comenzó colocando las carnes magras y frescas, res 1, 2 y cerdo 1 (2 a 4°C), en el plato del cutter para ser picadas a velocidad lenta, inmediatamente se agregó la sal y nitrito de sodio. Luego de dar aprox. 10 – 12 vueltas, se agregó el 50% del hielo, se aumentó la velocidad del plato y cuando la temperatura de la pasta llegó a 4°C, se agregó la grasa y los condimentos previamente mezclados, se aumentó la velocidad del plato y se siguió picando hasta llegar a 8°C. Se agregó el fosfato, se bajó la velocidad del plato, se agregó el concentrado de soya y el resto del hielo, y finalmente se agregó el eritorbato de sodio en las últimas cinco vueltas. La temperatura final de la pasta en el cutter no debe exceder de 10 a 12°C.
5. **Dividir tratamientos:** Se colocaron 9 Kg. de pasta en cinco bandejas por separado. Cada tratamiento se colocó en el cutter para mezclar y agregar la grasa y/o leche según sea el caso.
6. **Embutido:** Una vez obtenida la pasta de cada tratamiento, se colocó uno a la vez en la embutidora al vacío marca FREY Konti, C120, para ser embutidos en fundas de Wienepak calibre 21, con una longitud de 17 – 18 cm. y un peso de 60 g. cada salchicha. Cada tratamiento fue marcado con cinta para evitar la confusión entre ellos.
7. **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. La temperatura interna mínima que alcanzó el producto durante el proceso fue de 72°C.
8. **Enfriado:** El producto se dejó enfriar por 30 minutos con una ducha hasta alcanzar una temperatura interna de 22°C.

9. **Refrigerado:** 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.
10. **Empacado:** De cada tratamiento elaborado se tomaron muestras de 0.11 Kg. para los análisis químicos y físicos, y para el análisis sensorial se tomaron muestras de 0.23 Kg. de cada tratamiento.
11. **Almacenado:** Los productos terminados se almacenaron a una temperatura de 4°C para conservar sus características y alargar su vida útil.

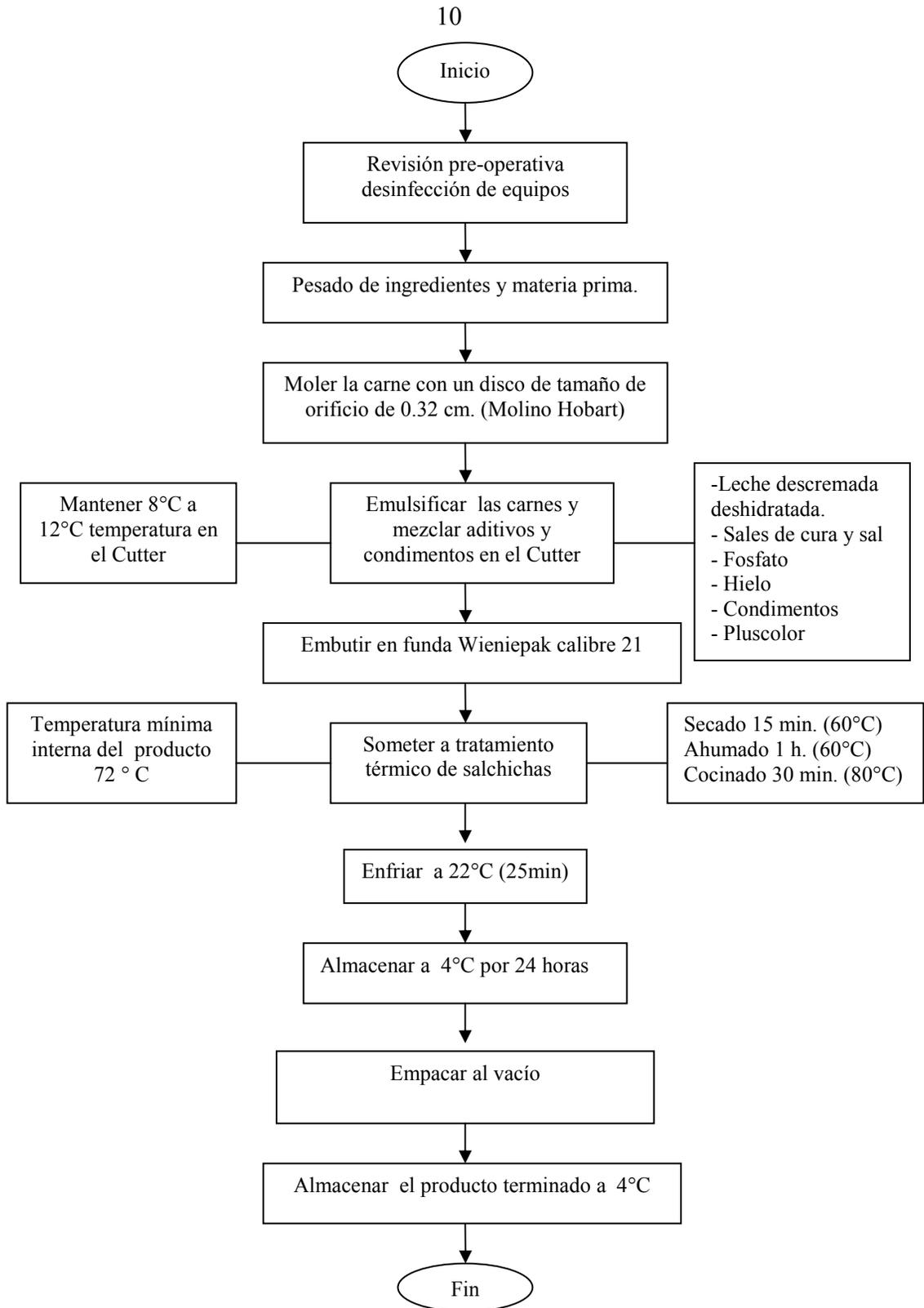


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de la salchicha frankfurter ligera y reducida en grasa.

3.3.4 Análisis químico proximal

Las muestras de cada tratamiento fueron analizadas por duplicado, para determinar el contenido de proteína, humedad, cenizas y grasa de las salchichas, según los métodos declarados por la AOAC (2005).

- a) Cenizas, método 923.03
- b) Humedad, método 950.46
- c) Proteína, método 960.52
- d) Grasa, método 960.39

3.4 ANÁLISIS FÍSICO

3.4.1 Análisis mecánico de textura

Para determinar la textura del producto terminado se utilizó el equipo INSTRON 4444®, mediante el acople Warner Bratzler. Se midió la fuerza de corte o cizalla en newtons (N) de las muestras de cada tratamiento. Esta medida se realizó por triplicado.

3.4.2 Análisis de color

Se efectuó un análisis de color interior y exterior de la salchicha 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 (HunterLab, 2000).

3.5 ANÁLISIS SENSORIAL

Se evaluaron los tratamientos con un panel de 10 personas integrado por estudiantes de la Carrera de Agroindustria de la Escuela Agrícola Panamericana. Se realizó un análisis cualitativo con una escala hedónica de 1-5. Las características a medir fueron: Aroma, color exterior, color interior, sabor, textura interior, jugosidad, sensación de grasa en la boca y aceptación.

El análisis se llevó 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 (anexo 1) 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.

3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se usó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), donde cada repetición constituyó un bloque y donde el contenido de grasa y leche descremada deshidratada constituyó cada uno de los cinco tratamientos (Cuadro 5). El experimento fue repetido tres veces, durante tres semanas, siendo cada repetición (semana) un bloque, generando un total de 15 unidades experimentales.

Cuadro 5. Diseño de BCA para la elaboración de la salchicha frankfurter ligera y reducida en grasa.

Tratamiento	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3
Frankfurter ligera en grasa con leche (T1)	T1	T1	T1
Frankfurter reducida en grasa sin leche (T2)	T2	T2	T2
Frankfurter reducida en grasa con leche (T3)	T3	T3	T3
Frankfurter normal (control, T4)	T4	T4	T4
Frankfurter ligera en grasa sin leche (T5)	T5	T5	T5

3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.7.1 Análisis estadístico para las pruebas químicas de porcentaje de grasa en la materia prima

Para calcular el promedio del contenido de grasa en cada uno de los cortes se realizó un análisis univariado.

3.7.2 Análisis estadístico para las pruebas sensoriales

Para el análisis sensorial se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con una separación de medias DUNCAN, con el fin de observar el tratamiento con mejores características sensoriales percibidas por los panelistas. Los resultados obtenidos del análisis de preferencia de la salchicha frankfurter fueron analizados por medio de la prueba de chi-cuadrado, comparando las frecuencias de cada tratamiento y de esta forma, determinar si la frecuencia observada es significativamente igual o diferente de la esperada.

Hipótesis:

Ho: Los tratamientos fueron preferidos de igual forma.

Ha: Existe por lo menos un tratamiento que es preferido más que los demás

La hipótesis nula (H_0) planteada indica que no hay diferencia estadística entre el valor esperado y el observado para los resultados obtenidos en la evaluación de preferencia.
($X^2 < X^2_{\text{tabla}}$)

El valor de Chi-cuadrado esta dado por la formula: $X^2 = \Sigma(\text{Obs}-E)^2/E$

Donde:

Obs.= es la frecuencia observada

E = es la frecuencia esperada

3.7.3 Análisis estadístico para las pruebas químicas

Para los análisis de humedad, proteína, cenizas y grasa se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias DUNCAN para determinar si existe o no diferencia significativa ($P < 0.05$) entre tratamientos, enfatizando en el porcentaje de grasa.

3.7.4 Análisis estadístico para las pruebas físicas

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con separación de medias DUNCAN, para los datos obtenidos en el análisis de textura y color del producto terminado, con el fin de observar si existen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PORCENTAJE DE GRASA DE LA MATERIA PRIMA

En el Cuadro 6, se puede observar el porcentaje de grasa promedio de cada corte de carne utilizados como materia prima en la elaboración de frankfurter. Se observa que los porcentajes de cada corte (res 1, res 2 y cerdo 1) están dentro de los parámetros establecidos para esta clasificación de recortes de carne, que es de 10 – 20%, 21 – 40% y 20 – 25% de grasa respectivamente.

Cuadro 6. Medias del porcentaje de grasa en cortes res 1, res 2 y cerdo 1.

Cortes de carne	Porcentaje de grasa \pm DE	CV ¹
Res 1	10.11 \pm 0.85	8.45
Res 2	19.17 \pm 1.72	8.98
Cerdo 1	18.51 \pm 1.28	6.89

¹CV: Coeficiente de variación

4.2 ANÁLISIS QUÍMICO

Como se puede observar en el Cuadro 7 los datos de las variables de humedad, cenizas, proteína y grasa de los tratamientos se ajustaron a un modelo lineal. Mostrando que por lo menos unos de los tratamientos es significativamente diferente en cuanto a su composición química.

Cuadro 7. ANDEVA de los valores de humedad, cenizas, proteína y grasa del producto final de los distintos tratamientos.

Análisis químico	R cuadrado ¹	CV ²	Pr > F
Humedad	0.99	0.72	0.0001
Cenizas	0.89	3.05	0.0001
Proteína	0.92	2.72	0.0001
Grasa	0.98	4.51	0.0001

¹R cuadrado = Ajuste del modelo

²CV = Coeficiente de variación

Tomando en cuenta el porcentaje de grasa en cada uno de los cortes de carne que contiene el producto obtuvimos un porcentaje de 26.40 % de grasa en el producto. A partir de este dato se realizaron las formulaciones para la salchicha frankfurter reducida y ligera.

En el Cuadro 8 se puede observar que existen diferencias entre los tratamientos en cuanto a la composición química de los mismos. En Honduras no existe una legislación en cuanto a productos bajos en grasa, sin embargo, se tomó como referencia la legislación del FDA. Se puede observar que los tratamientos 1 y 5 que son ligeros en grasa son estadísticamente iguales, lo mismo se observa con los tratamientos 2 y 3, ambos son reducidos en grasa y sus porcentajes de grasa son estadísticamente iguales. Mientras que el control se diferencia de todos los demás por su alto contenido graso. Los valores de humedad concuerdan con los reportados por Serdaroglu y Özsümer (2003) en frankfurters con los mismos niveles de grasa.

Cuadro 8. Separación de medias del porcentaje de humedad, cenizas, proteína y grasa para el producto terminado de los distintos tratamientos.¹

Tratamiento	Humedad	Cenizas	Proteína	Grasa
Frankfurter ligera en grasa con leche (T1)	67.05 ± 2.90 ^a	2.66 ± 0.17 ^a	13.39 ± 0.69 ^a	12.56 ± 0.90 ^c
Frankfurter reducida en grasa sin leche (T2)	62.87 ± 1.93 ^b	2.48 ± 0.15 ^b	12.39 ± 0.80 ^c	18.83 ± 0.99 ^b
Frankfurter reducida en grasa con leche (T3)	61.90 ± 1.86 ^c	2.48 ± 0.17 ^b	13.25 ± 0.86 ^{ab}	19.62 ± 0.83 ^b
Frankfurter normal (control, T4)	61.99 ± 5.65 ^c	2.51 ± 0.16 ^b	12.16 ± 0.65 ^c	23.96 ± 1.47 ^a
Frankfurter ligera en grasa sin leche (T5)	67.15 ± 2.46 ^a	2.43 ± 0.15 ^b	12.86 ± 0.84 ^b	13.10 ± 0.72 ^c

¹Letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.05)

4.3 ANÁLISIS MECÁNICO DE TEXTURA

En cuanto a la fuerza de cizalla podemos observar que el 90% de los datos se ajustaron al modelo lineal ($R^2 = 0.90$) y la variabilidad fue baja (CV = 2.12). La probabilidad indica que por lo menos un tratamiento fue diferente (Pr >F = 0.0001).

Como se puede observar en el Cuadro 9, sí existen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos, siendo los tratamientos reducidos en grasa con leche y los ligeros en grasa sin leche, similares significativamente.

Todos los valores de fuerza al corte se encontraron por debajo de los reportados por Dolata y Piotrowska (2002) en emulsiones cárnicas con porcentajes de grasa del 30% lo cual podría explicar porque los tratamientos en este estudio requirieron de menos fuerza. Otra razón por la cual los tratamientos 1 y 4 presentaron mayor fuerza de corte es porque al inicio del corte se necesitó una mayor fuerza, siendo este un posible pico de fuerza. Dificultando así la caracterización exacta de la textura del producto.

Cuadro 9. Separación de medias del análisis de fuerza al corte.¹

Tratamiento	Textura (N) \pm DE
Frankfurter ligera en grasa con leche (T1)	18.40 \pm 0.30 ^a
Frankfurter reducida en grasa sin leche (T2)	16.90 \pm 0.40 ^c
Frankfurter reducida en grasa con leche (T3)	16.10 \pm 0.30 ^d
Frankfurter normal (control, T4)	17.30 \pm 0.30 ^b
Frankfurter ligera en grasa sin leche (T5)	16.00 \pm 0.40 ^d

¹Letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

4.4 ANÁLISIS DE COLOR

4.4.1 Análisis de color interior de la salchicha frankfurter

Los datos de color L^* , a^* y b^* se ajustaron al modelo y la variabilidad fue baja. También podemos observar en el Cuadro 10 que la probabilidad de que por lo menos un tratamiento fue diferente respecto al color interior es de 99.99%.

Cuadro 10. ANDEVA del análisis de color interior de la salchicha frankfurter.

Escala de color	R cuadrado ¹	CV ²	Pr > F
L	0.99	0.37	0.0001
a	0.91	1.33	0.0001
b	0.82	1,76	0.0001

¹R² = Ajuste del modelo

²CV = Coeficiente de variación

L: 0-100 escala de luminosidad.

a: (60 positivo = rojo, 60 negativo = verde).

b: (60 positivo = amarillo, 60 negativo = azul).

En la separación de medias se observa que los tratamientos tuvieron un color interior diferente entre ellos. Se observa que el T3 (reducido en grasa con leche) es el que mayor claridad presentó, mientras que el T1 (ligero en grasa con leche) presentó opacidad, debido a que se le quitó grasa y agregó leche. Todas las medias se encuentran dentro de valores reportados por Serdaroglu y Özsumer (2003).

Cuadro 11. Separación de medias del análisis de color interior de la salchicha frankfurter.¹

Tratamiento	L ± DE	a ± DE	b ± DE
Frankfurter ligera en grasa con leche (T1)	55.72 ± 2.30 ^d	12.24 ± 0.88 ^a	8.42 ± 0.81 ^a
Frankfurter reducida en grasa sin leche (T2)	56.56 ± 3.45 ^c	12.00 ± 0.89 ^b	8.09 ± 1.03 ^c
Frankfurter reducida en grasa con leche (T3)	57.13 ± 3.51 ^a	11.66 ± 0.27 ^d	8.20 ± 0.64 ^{cb}
Frankfurter normal (control, T4)	56.51 ± 3.22 ^c	11.64 ± 0.71 ^d	8.39 ± 0.73 ^a
Frankfurter ligera en grasa sin leche (T5)	56.78 ± 2.30 ^b	11.84 ± 0.35 ^c	8.34 ± 0.43 ^{ab}

¹Letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.05)

L: 0-100 (luminosidad).

a: (60 positivo = rojo, 60 negativo = verde).

b: (60 positivo = amarillo, 60 negativo = azul).

4.4.1 Análisis de color superficial de la salchicha frankfurter

El análisis de varianza de varianza para las variables L*, a* y b sí logró un modelo lineal bien ajustado, como podemos observar en el siguiente cuadro de ANDEVA del análisis de color del frankfurter.

Cuadro 12. ANDEVA del análisis de color superficial de la salchicha frankfurter.

Escala de color	R cuadrado ¹	CV ²	Pr > F
L	0.99	0.39	0.0001
a	0.98	0.80	0.0001
b	0.99	0.50	0.0001

¹R² = Ajuste del modelo

²CV = Coeficiente de variación

Como podemos observar en la separación de medias de las variables L*, a* y b (Cuadro 13), los tratamientos reducido en grasa sin leche y ligero en grasa sin leche presentaron luminosidades más bajas que los demás. Esto se puede atribuir a que estos productos no solo no contenían leche, lo cual haría más claro el producto, sino que además eran bajos en grasa por lo cual el porcentaje de carne es mayor, siendo estos productos más intensos en color.

En cuanto a la intensidad del color rojo, el control fue significativamente igual al reducido con leche pero distinto a los demás. El tratamiento con el color más intenso fue el reducido en grasa sin leche. Los tratamientos ligeros en grasa, con y sin leche no presentaron diferencias en cuanto a esta variable. Al igual que lo reportado por Serdaroglu y Özsümer (2003), los valores de luminosidad del exterior de la salchicha fueron menores que los del interior de la salchicha.

Cuadro 13. Separación de medias del análisis de color superficial de las salchichas frankfurter de cada tratamiento.¹

Tratamiento	L ± DE	a ± DE	b ± DE
Frankfurter ligera en grasa con leche (T1)	52.96 ± 2.30 ^c	10.97 ± 0.19 ^c	11.28 ± 0.23 ^c
Frankfurter reducida en grasa sin leche (T2)	52.50 ± 1.66 ^d	11.38 ± 0.21 ^a	11.77 ± 0.39 ^a
Frankfurter reducida en grasa con leche (T3)	53.74 ± 1.45 ^a	11.26 ± 0.44 ^b	10.54 ± 0.29 ^e
Frankfurter normal (control, T4)	53.24 ± 1.46 ^b	11.25 ± 0.64 ^b	11.68 ± 0.19 ^b
Frankfurter ligera en grasa sin leche (T5)	52.44 ± 2.83 ^d	10.91 ± 0.28 ^c	12.86 ± 0.18 ^d

¹Letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.05)

L: 0-100 (luminosidad).

a: (60 positivo = rojo, 60 negativo = verde).

b: (60 positivo = amarillo, 60 negativo = azul).

4.5 ANALISIS SENSORIAL

Debido a la alta variabilidad, los datos obtenidos en el análisis sensorial con respecto al aroma, jugosidad, sensación de grasa en la boca, aceptación y sabor, no se logró obtener un modelo lineal ajustado.

4.5.1 Color superficial

En el Cuadro 14 se observa que los panelistas encontraron diferencias en el color superficial entre los tratamientos. Los tratamientos 2, 4 y 5 fueron percibidos con igual color superficial, menos intenso. El que fue considerado con mayor intensidad por sobre el control (T4) fue el tratamiento 1.

Cuadro 14. Separación de medias para el atributo color superficial.¹

Tratamiento	Separación de medias ± DE
Frankfurter ligera en grasa con leche (T1)	3.23 ± 0.79 ^a
Frankfurter reducida en grasa sin leche (T2)	2.86 ± 0.72 ^{ab}
Frankfurter reducida en grasa con leche (T3)	3.10 ± 0.65 ^{ab}
Frankfurter normal (control, T4)	2.73 ± 0.68 ^b
Frankfurter ligera en grasa sin leche (T5)	2.80 ± 0.66 ^{ab}

1= muy pálido, 5= muy intenso

¹Letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.1)

4.5.2 Color interior

Para el atributo color interior, la probabilidad nos indica que si existe diferencia significativa (P<0.1) entre los tratamientos. Debido a la alta variabilidad, el ajuste en el modelo lineal es bajo como se puede observar en el Cuadro 15.

Cuadro 15. ANDEVA del atributo color interior.

Fuente de variación	R cuadrado ¹	CV ²	Pr >F
Modelo	0.21	29.70	0.0023

¹R² = Ajuste del modelo

²CV = Coeficiente de variación

Los panelistas percibieron que el color interior de los tratamientos ligeros en grasa y reducidos en grasa, con o sin leche fueron iguales (Cuadro 16). Los tres tratamientos fueron considerados con un color intermedio (ni pálido, ni intenso). El control fue el tratamiento más pálido que los ligeros y que aquellos tratamientos con LDD.

Cuadro 16. Separación de medias para el atributo color interior. ¹

Tratamiento	Separación de medias ± DE
Frankfurter ligera en grasa con leche (T1)	2.93 ± 0.79 ^a
Frankfurter reducida en grasa sin leche (T2)	2.67 ± 0.72 ^{ab}
Frankfurter reducida en grasa con leche (T3)	3.00 ± 0.65 ^a
Frankfurter normal (control, T4)	2.30 ± 0.68 ^b
Frankfurter ligera en grasa sin leche (T5)	2.87 ± 0.66 ^a

1= muy pálido, 5= muy intenso

¹Letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.1)

4.5.3 Textura

Para la variable textura podemos observar que la probabilidad indica que si existe diferencia significativa (P<0.1) entre los tratamientos, pero con una alta variabilidad que no permite un buen ajuste al modelo lineal (Cuadro 17).

Cuadro 17. ANDEVA del atributo textura

Fuente de variación	R cuadrado ¹	CV ²	Pr >F
Modelo	0.18	27.04	0.0105

¹R² = Ajuste del modelo

²CV = Coeficiente de variación

Los tratamientos ligeros y reducidos en grasa, con y sin leche, fueron percibidos con igual textura. Los panelistas consideraron el tratamiento control más suave que los tratamientos ligeros, con y sin leche. Probablemente, esto se debe a que la grasa influye en la textura de los alimentos, aportando suavidad.

Cuadro 18. Separación de medias para el atributo textura.¹

Tratamiento	Separación de medias \pm DE
Frankfurter ligera en grasa con leche (T1)	2.97 ± 0.79^b
Frankfurter reducida en grasa sin leche (T2)	3.30 ± 0.72^{ab}
Frankfurter reducida en grasa con leche (T3)	3.20 ± 0.65^{ab}
Frankfurter normal (control, T4)	3.67 ± 0.68^a
Frankfurter ligera en grasa sin leche (T5)	3.00 ± 0.66^b

1= muy duro, 5= muy suave

^{1/}Letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

4.6 ANÁLISIS DE PREFERENCIA

Se obtuvieron un total de 30 repuestas posibles, con una probabilidad de preferir un tratamiento de 1/5, con 4 grados de libertad y un nivel de significancia de 0.1 resultando en un chi-cuadrado de 5.67 (ver cuadro 19). Al ser este un número menor al de la distribución ($5.67 < 7.78$), (anexo 2). De acuerdo con lo anterior, el chi-cuadrado resultó de 5.67, se encontró que el panel sensorial no encontró diferencias entre tratamientos.

Cuadro 19. Resultados de preferencia.

TRT	Obs	Total	Probabilidad	E	E - Obs	(E-Obs)²	(E-Obs)²/E
T1	11	30	1/5	6	-5	25	4.17
T2	6	30	1/5	6	0	0	0.00
T3	4	30	1/5	6	2	4	0.67
T4	5	30	1/5	6	1	1	0.17
T5	4	30	1/5	6	2	4	0.67
							5.67

5. CONCLUSIONES

De acuerdo con los análisis de grasa realizados en la materia prima, el porcentaje de grasa en el corte de carne Res1 fue 10.11 ± 0.85 , para Res 2, 19.17 ± 1.72 y Cerdo 1, 18.51 ± 1.28 .

Se desarrolló la formulación para la elaboración de una salchicha frankfurter ligera en grasa ($12.83 \pm 0.38\%$ grasa) y una salchicha frankfurter reducida en grasa ($19.23 \pm 0.56\%$ grasa), con y sin leche descremada en polvo.

La leche descremada deshidratada aumenta significativamente el contenido proteico de la salchicha frankfurter ligera y reducida en relación con el control.

El uso de leche descremada deshidratada en la formulación de la salchicha frankfurter ligera no tiene efecto sobre la intensidad de color rojo (a^*) en la superficie.

El panel sensorial no encontró diferencias de color (interno y superficial) entre las salchichas frankfurters reducidas y ligeras, en cuanto a su contenido de grasa y leche descremada deshidratada.

Los panelistas no encontraron diferencias significativas de preferencia entre los tratamientos.

6. RECOMENDACIONES

Introducir la salchicha frankfurter ligera en grasa como el primer producto dietético de la planta de Industrias cárnicas.

Realizar un análisis de vida útil del producto.

Evaluar la leche descremada deshidratada como sustituto de grasa en otros productos.

7. BIBLIOGRAFÍA

ACNielsen. 2004. Tendencias de consumo de alimentos (en línea). Consultado el 28 de oct. 2006. Disponible en: <http://www.acnielsen.com>

Akoh, C. 1998. Fat replaces. *Food Technology* 52 (3): 47-53.

Allen, P., N. Dreeling, E. Desmond, E. Hughes, A. Mullen and D. Troy. 1999. New technologies in the manufacture of low fat meat products. Report, ISBN, 1-84170-009-6

AOAC. 2005. Official Methods of Análisis of AOAC International. 18th Edition. U.S.

Berberoglu, H. 2005. Sausages, Hams And Pates (en línea). Consultado el 23 de sep. 2006. Disponible en: <http://www.foodreference.com>

Carrillo, J. 2005. Análisis sensorial de salchicha frankfurter elaborada con carne de gallina de desecho y sustituto de grasa (en línea). Consultado el 28 de oct. 2006. Disponible en: <http://www.nutrar.com>.

Dolata, W. y E. Piotrowska. 2002. Comparative Quality Evaluation Of Finely Comminuted Sausages Produced With The Addition Of Protein Preparation At Different Degree Of Rehydration. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Food Science and Technology* 5(2).

Food and Drug Administration, FDA. 1999. Code of Federal Regulations (en línea). Consultado el 20 de sep. 2005. Disponible en: <http://www.fda.gov>.

Hunter lab. 2000. What is Color and How is Measured (en línea). Consultado el 4 de nov. 2005. Disponible en: <http://www.hunterlab.com/>

Johnson, B. 2000. Whey Protein Concentrates In Low-Fat Applications. USDEC. 7 p.

Knipe, L. 1992. Meat Emulsions (en línea). Consultado el 23 de sep. 2006. Disponible en: <http://cfaes.osu.edu>

Kurt, S. y O. Zorba 2005. The effects of different levels of non-fat dry milk and whey powder on emulsion capacity and stability of beef, turkey and chicken meats. *J. food Sci.* 40 (5): 509-516.

Mauro, D. y Y. Wang. 2001. The Breakfast of Champions (en línea). Food Products Design. Consultado el 15 de oct. 2006. Disponible en: <http://www.foodproductdesign.com>

Ray, D. 2005. Fire in their Bellies: Sixty Percent of Americans Prefer Hot Dogs Grilled, New Hot Dog Council Poll Data Shows Mustard Takes 'Gold Medal' in Topping Poll. National hot dog and sausage council. Washington, DC.

Serdaroğlu, M. y M. Özsümer. 2003. Effects of Soy Protein, Whey Powder and Wheat Gluten on Quality Characteristics of Cooked Beef Sausages Formulated With 5, 10 And 20%. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Food Science and Technology 6(2).

Tokusoglu, O. y M. K. Ünal. 2003. Fat Replaces in Meat Products. Pakistan Journal of Nutrition 2 (3): 196-203.

8. ANEXOS

Anexo 1. Evaluación sensorial de la salchicha tipo frankfurter ligera y reducida en grasa, con o sin LDD.

Evaluación sensorial de la salchicha tipo frankfurter

Nombre _____ Fecha _____

Escala	Aroma	Color Exterior	Color interior	Sabor	Textura Interior	Jugosidad	Aceptación
1	Muy desagradable	Muy pálido	Muy pálido	Muy débil	Muy Duro	Muy seca	Muy desagradable
2	Desagradable	Pálido	Pálido	Débil	Duro	Seca	Desagradable
3	Ni me agrada, ni me desagradable	Intermedio (ni pálido, ni intenso)	Intermedio (ni pálido, ni intenso)	Intermedio (ni débil, ni intenso)	Ni suave ni Duro	Ni jugosa, ni seca	Ni me agrada, ni me desagradable
4	Me agrada	Intenso	Intenso	Intenso	Suave	Jugosa	Me agrada
5	Muy Agradable	Muy intenso	Muy intenso	Muy intenso	Muy Suave	Muy jugosa	Muy Agradable

- A continuación se le presentan 5 muestras para degustar, por favor evalúe conforme al cuadro anterior colocando el valor que considere mas apropiado a cada muestra.
- Limpie su paladar entre cada muestra con galletas de soda y agua.

Muestra	Aroma	Color Exterior	Color interior	Sabor	Textura Interior	Jugosidad	Aceptación
1							
2							
3							
4							
5							

- De la misma manera, evalúe los siguientes aspectos:

Escala	Sensación de grasa en la boca
1	No se siente
2	Muy poco grasoso
3	Poco grasoso
4	Grasoso
5	Muy grasoso

Muestra	Sensación de grasa en la boca

- Deguste una vez más las muestras. Después de probarlas todas, ¿cual prefiere? :

Código de muestra: _____

Comentarios:

Anexo 2. Tabla de Distribución de Chi Cuadrado.

Tabla de la Distribucion Chi Cuadrado					
gl	Nivel de significancia				
	 0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	2.7055	3.8415	5.0239	6.6349	7.8794
2	4.6052	5.9915	7.3778	9.2104	10.5965
3	6.2514	7.8147	9.3484	11.3449	12.8381
 4	7.7794	9.4877	11.1433	13.2767	14.8602
5	9.2363	11.0705	12.8325	15.0863	16.7496
6	10.6446	12.5916	14.4494	16.8119	18.5475
7	12.017	14.0671	16.0128	18.4753	20.2777
8	13.3616	15.5073	17.5345	20.0902	21.9549
9	14.6837	16.919	19.0228	21.666	23.5893
10	15.9872	18.307	20.4832	23.2093	25.1881