

**Estudio sobre la utilización de carne de pollo
mecánicamente deshuesada para la
elaboración de un producto cárnico
procesado**

Franklin Fernando Vaca Morán

ZAMORANO
Carrera de Agroindustria

Diciembre, 2001

Estudio sobre la utilización de carne de pollo mecánicamente deshuesada para la elaboración de un producto cárnico procesado

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

presentado por

Franklin Fernando Vaca Morán

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2001

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.

Franklin Fernando Vaca Morán

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2001

**Estudio sobre la utilización de carne de pollo mecánicamente
deshuesada para la elaboración de un producto cárnico
procesado**

presentado por

Franklin Fernando Vaca Morán

Aprobada:

Claudia García, Ph.D
Asesor Principal

Claudia García, Ph.D.
Coordinadora de la Carrera
de Agroindustria

Oscar Sanabria, M.Sc.,M.B.A.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano Académico

Elsa Barrientos, M. Sc.
Asesor

Keith L. Andrews, Ph.D.
Director General

Aurelio Revilla, M.S. A..
Coordinador PIA

DEDICATORIA

A mi familia, a mis padres Myriam y Fernando por su amor, ejemplo, dedicación y amor por Dios que motivaron mi trabajo siempre.

A mis hermanos David y Miguel Angel por el lazo eterno y el amor que nos une.

A mis abuelitas, mis tíos, mis primos y todos quienes estuvieron siempre en mi mente y mi corazón.

A Adriana por su amor, paciencia y palabras de aliento.

A todos aquellos que se avientan al infinito en búsqueda de nuevos cielos e ideales.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por llenar de vida cada uno de mis días, por mantener siempre unida a mi familia a pesar de las distancias a lo largo de estos años.

A mis padres por su ejemplo, buen consejo, por los valores que me enseñaron y su gran amor.

A mis hermanos por su cariño y preocupación.

A la Dra. Gracia por su ayuda, consejos para la vida profesional y estímulo continuo.

A la Lic. Elsa Barrientos por el apoyo y los conocimientos brindados para la realización de esta tesis.

Al Lic. Oscar Sanabria por las facilidades brindadas en la planta de cárnicos de Zamorano.

A mi querida Adri por el amor, la ternura, la preocupación y la inolvidable sonrisa que tengo guardados por siempre.

A Pablo, Adriana y Carlos por la amistad, hospitalidad, generosidad y confianza brindados.

A mis grandes amigos David, Carlos, Víctor, Sarahí, Sonia, Gaby, Vero y Lorelly por los momentos, las anécdotas, los buenos momentos, las tristezas y alegrías incomparables.

A la familia Castillo, por la preocupación, consejos y apoyo brindados.

A Diego, Luis, Fausto y los miembros de la Residencia Washington por los momentos compartidos y su amistad.

A Paul, Ximena, Aarón y el Cuerpo de voluntarios de ambulancia por tantas experiencias inigualables vividas.

A todos aquellos quienes enriquecieron cada uno de mis días en esta gran experiencia llamada Zamorano.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Al Instituto Ecuatoriano de Crédito Educativo (I.E.C.E.) por la ayuda financiera otorgada.

RESUMEN

Vaca, Franklin. 2001. Estudio sobre la utilización de carne de pollo mecánicamente deshuesada para la elaboración de un producto cárnico procesado. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 35 p.

La industria cárnica día a día busca alternativas que permitan incrementar el rendimiento y proveer al cliente un producto que satisfaga sus expectativas de calidad. El objetivo del estudio fue evaluar la utilización de carne de pollo mecánicamente deshuesada (MDP) como materia prima en la elaboración de un producto cárnico procesado en Zamorano. Esta materia prima es una de las más baratas del mercado y es de buena calidad. Las formulaciones fueron caracterizadas con base en las variables de preferencia y aceptación del producto desde un punto de vista cualitativo. Los tratamientos los constituyeron dos factores: el nivel de MDP (75, 85 y 95%), el tipo de ligante utilizado (proteína aislada de soya ó almidón de papa). Los resultados fueron analizados estadísticamente utilizando como control la salchicha tipo hot dog producida en Zamorano. Los consumidores (estudiantes y residentes del campus de Zamorano) no encontraron diferencias significativas en la textura ni el sabor de los productos ($P < 0.05$) manufacturados con los tres niveles de MDP. Sin embargo, la textura fue afectada por el ligante utilizado ($P < 0.05$). Los consumidores prefirieron el tratamiento con 75% de MDP y proteína aislada de soya. La carga microbiológica de *Escherichia coli* y coliformes totales en la materia prima y en el producto final fue menor a 1.0×10 UFC/g, por lo cual se categoriza como un producto inocuo para el consumidor. La MDP constituye una importante materia prima con gran versatilidad que puede ser utilizada en la elaboración de embutidos de calidad e inocuos.

Palabras claves: Aceptabilidad, análisis sensoriales, calidad, MDP, preferencia.

Abelino Pitty Ph.D.

Nota de Prensa

MDP UN INGREDIENTE DE CALIDAD EN LA ELABORACIÓN DE EMBUTIDOS

La MDP (Carne mecánicamente deshuesada de pollo) es una materia prima de buena calidad y de bajo costo ampliamente utilizada en países como Estados Unidos, etc. para la elaboración de embutidos se la analizó por la gran versatilidad que presenta en la manufactura de productos cárnicos procesados.

En Octubre del 2001 se procedió a analizar seis formulaciones con diferentes proporciones de este ingrediente y con proteína de soya y almidón de papa como sustancias ligantes, los cuales fueron evaluados sensorialmente por los consumidores.

Las variables analizadas incluyeron la preferencia, el sabor, la textura y la carga microbiana presentes tanto en la materia prima como en los productos finales, salchichas tipo hot dog de pollo.

Las proporciones de MDP utilizadas a diferentes niveles no presentaron diferencias en sabor ni en textura por parte de los consumidores; mientras que el tipo de ligante usado sí. Los tratamientos con Proteína aislada de soya presentaron una mayor preferencia y textura que los demás.

El estudio mostró que el consumidor tenía más preferencia por los productos utilizando MDP que por la salchicha normal que fue utilizada como parámetro de comparación.

La MDP es una materia prima de buena calidad con buena aceptación por parte del consumidor final y además posee pollo, que es considerada una de las carnes más saludables del mercado. Esta materia prima podría ser utilizada para la elaboración de otros productos cárnicos procesados explotando a la vez los beneficios que posee.

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Páginas de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Nota de prensa.....	viii
	Contenido.....	ix
	Índice de Cuadros.....	xii
	Índice de	xiv
	Figuras.....	
	Índice de Anexos.....	xv
1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	GENERALIDADES.....	1
1.2	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.3	HIPÓTESIS.....	1
1.3.1	Hipótesis nula.....	1
1.3.2	Hipótesis alterna.....	2
1.4	OBJETIVOS.....	2
1.4.1	Objetivo general.....	2
1.4.2	Objetivos específicos.....	2
1.5	ALCANCES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	2
1.5.1	Alcances.....	2
1.5.2	Limitaciones.....	3
2	REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1	CONTEXTO GENERAL.....	4
2.2	LA CARNE DE POLLO MECÁNICAMENTE DESHUESADA....	4
2.2.1	Clasificación.....	5
2.2.2	Composición y funcionalidad.....	5
2.2.2.1	Funcionalidad.....	7
2.2.2.2	Estabilidad del sabor.....	7
2.2.3	Regulaciones.....	8
2.2.3.1	Etiquetado.....	8
2.2.3.2	Contenido de calcio y huesos.....	8

2.2.3.3	Colesterol, proteína y grasa.....	8
2.2.3.4	Equipo.....	9
2.3	ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS.....	9
2.3.1	<i>Salmonella spp.</i>	9
2.3.2	<i>Escherichia coli</i> y coliformes totales.....	10
2.4	EVALUACIÓN SENSORIAL.....	11
2.4.1	Tipos de pruebas sensoriales.....	11
2.4.2	Pruebas sensoriales afectivas.....	12
2.4.3	Sabor y textura.....	12
2.4.3.1	Sabor.....	12
2.4.3.2	Textura.....	12
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1	UBICACIÓN.....	13
3.2	MATERIALES.....	13
3.2.1	Materia prima.....	13
3.2.2	Ingredientes.....	13
3.2.3	Formulación.....	14
3.2.4	Envolturas y materiales de empaque.....	15
3.3	EQUIPO.....	15
3.4	METODOLOGÍA.....	15
3.4.1	Procedimiento.....	17
3.4.1.1	Obtención de la materia prima.....	17
3.4.1.2	Pesado.....	17
3.4.1.3	Molido.....	17
3.4.1.4	Cutter.....	17
3.4.1.5	Embutido.....	17
3.4.1.6	Ahumado y tratamiento térmico.....	17
3.4.1.7	Refrigeración del producto terminado.....	18
3.4.1.8	Cortado y empaque.....	18
3.4.2	Análisis microbiológico.....	18
3.4.2.1	Placas petrifilm para detección de coliformes y <i>E. coli</i>	18
3.4.2.2	Detección de <i>Salmonella spp.</i>	19
3.5	ANÁLISIS PROXIMALES.....	20
3.5.1	Humedad.....	20
3.5.2	Grasa.....	20
3.6	ANÁLISIS SENSORIALES.....	20
3.6.1	Prueba de preferencia.....	20
3.6.2	Prueba de aceptabilidad.....	21
3.7	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	21
3.8	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	21
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1	MATERIA.....	22

	PRIMA.....	
4.2	PRODUCTO FINAL.....	23
4.2.1	Análisis proximal.....	23
4.2.2	Análisis sensorial.....	24
4.2.2.1	Prueba de preferencia.....	24
4.2.2.2	Prueba de aceptabilidad.....	24
4.2.3	Análisis microbiológico.....	27
4.2.4	Análisis económico.....	28
5	CONCLUSIONES.....	30
6	RECOMENDACIONES.....	31
7	BIBLIOGRAFÍA.....	32
8	ANEXOS.....	34

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Rangos de composición de la carne mecánicamente deshuesada de diferentes fuentes.....	7
2.	Clasificación de las pruebas sensoriales.....	11
3.	Formulaciones de los tratamientos utilizados para la elaboración de una salchicha en base a MDP para tandas de 100 lb.....	14
4.	Número de unidades formadoras de colonia (UFC) de <i>E. coli</i> y de coliformes por gramo presentes en las materias primas.....	22
5.	Contenido de humedad (expresado en porcentaje) en la materia prima y productos terminados.....	23
6.	Contenido de grasa (expresado como porcentaje) de las materias primas y los productos finales.....	23
7.	Probabilidad del valor F en el ANDEVA y CV del sabor utilizando los ligantes y la proporción de MDP.....	24
8.	Valores promedio y separación de medias del sabor por tipos de ligante y nivel de MDP.....	25
9.	Probabilidad del valor F en el ANDEVA y CV de la textura utilizando los ligantes y la proporción de MDP.....	26
10.	Valores promedio y separación de medias por nivel de MDP para el atributo de textura.....	26
11.	Valores promedio y separación de medias por tipo de ligante utilizado para el atributo de textura.....	27
12.	Número de unidades formadoras de colonia (UFC) de <i>E. coli</i> y de	

	coliformes por gramo presentes en las materias primas y en los productos terminados.....	28
13.	Costos de producción por libra de salchichas de las formulaciones con diferente proporción de MDP y tipo de ligante.....	29

INDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Deshuese mecánico de la carne de pollo (Forning y McKee, 2001)..	6
2.	Flujograma para la elaboración de una salchicha utilizando carne de pollo mecánicamente deshuesada.....	15

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Encuesta utilizada en la prueba de preferencia de los consumidores.	34
2.	Encuesta utilizada en la prueba de aceptabilidad de los consumidores.....	35
3.	Resultados de las evaluaciones sensoriales realizadas.....	36

1. INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

Los embutidos elaborados por la planta de cárnicos de la Zamoempresa de Lácteos y cárnicos (ZELACA) actualmente gozan de gran aceptación dentro del mercado (Ellis, 2000), lastimosamente la gama de productos ofrecidos en la línea de embutidos es muy pequeña en comparación con las líneas de los demás competidores en el mercado. El puesto de ventas de Zamorano, constituye uno de los principales medios de expendio de los productos elaborados por la Zamoempresa, en la cual en promedio durante el período desde 1995 al 2000, los tipos de productos más vendidos (por oferta de productos) fueron los productos emulsificados (salchichas, hot dog, etc.) los cuales se encontraban sobre los productos crudos y las carnes reestructuradas (Ellis, 2000).

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad ZELACA utiliza únicamente las carnes de cerdo y res para la producción de embutidos, reduciendo la gama de productos que puede ofrecer al cliente a combinaciones de estos dos ingredientes que son primarios para la elaboración de embutidos. No se ha desarrollado el uso de otros subproductos de carne para el procesamiento de salchichas emulsificadas. Esta estrategia de producción, deja de lado posibles fuentes de beneficios económicos, a través de una reducción de costos de la materia prima, que a la vez permitirían ampliar la línea de embutidos con los que actualmente cuenta la Zamoempresa. Además, la Zamoempresa incursionaría en nuevos mercados que hasta el momento no han sido explotados o penetrados.

1.3 HIPÓTESIS

1.3.1 Hipótesis nula

La utilización de carne mecánicamente deshuesada de pollo como ingrediente satisface las características químicas, microbiológicas y sensoriales de un producto emulsificado.

1.3.2 Hipótesis alterna

La utilización de carne mecánicamente deshuesada de pollo como ingrediente no satisface las características químicas, microbiológicas y sensoriales de un producto emulsificado.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

- Evaluar técnica y sensorialmente la formulación del nuevo producto utilizando como ingredientes la carne mecánicamente deshuesada de pollo.

1.4.2 Objetivos específicos

- Establecer la formulación óptima de un producto emulsificado con la utilización de carne mecánicamente deshuesada de pollo.
- Analizar las propiedades químicas y microbiológicas de la carne mecánicamente deshuesada de pollo y del producto final.
- Determinar la aceptación y preferencia de los productos por los consumidores.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

1.5.1 Alcances

- Elaborar nuevas formulaciones utilizando una nueva materia prima.
- Utilizar una materia prima de calidad y que abarate los costos de los productos de la línea de embutidos.
- Determinar los niveles de adición de la materia prima más adecuados para satisfacer las expectativas del cliente.
- Determinar la aceptación y preferencia de los consumidores hacia el nuevo producto.
- Determinar la significancia de factores como formulación, proceso y almacenamiento de la materia prima en la elaboración del producto.

1.5.2 Limitaciones

- Zamorano no produce la materia prima necesaria para la manufactura del producto.
- No se dispone de información previa sobre la utilización de este ingrediente bajo las condiciones de procesamiento en Zamorano.
- Por ser un producto prototipo, no se pueden realizar un gran número de réplicas, lo cual limita el diseño de tratamientos.
- Desconocimiento del manipuleo y utilización de la carne mecánicamente deshuesada de pollo por parte de los trabajadores de la planta.
- No se ha realizado un análisis de mercado sobre la aceptación de un producto utilizando esta materia prima.
- Limitantes propias de la materia prima: altamente susceptible a rancidez, cambios oxidativos en color y sabor.
- Las obligaciones de producción y las limitantes económicas impiden realizar varias pruebas o cambios en los procedimientos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CONTEXTO GENERAL

La carne mecánicamente deshuesada de pollo es una de las materias primas de mayor utilización para la elaboración de embutidos en la industria cárnica, algunos de los beneficios se encuentran a continuación:

- Propicia la obtención de un producto nuevo y de calidad a menor precio, mejorando de esta forma la rentabilidad obtenida en los procesos de elaboración de embutidos.
- Promueve, a través de un uso más eficiente de las materias primas, un nuevo ingrediente como fuente para la elaboración de nuevos productos dentro de la línea de productos emulsificados, captando una mayor porción del mercado.
- Propicia la investigación de la utilización de nuevos ingredientes cárnicos para la futura elaboración de nuevos productos.

En la industria cárnica, la elaboración de productos de carnes procesadas ocupa un lugar muy importante, por ello día a día se hace necesario la obtención de productos elaborados con materias primas más eficientes, de menor costo. Pero que a la vez, provean al cliente un producto que satisfaga sus estándares de calidad y le asegure al empresario agroindustrial un rendimiento que le permita mantener el producto en el mercado; y ser altamente competitivo.

Los ingredientes cárnicos en productos procesados que contienen carne de ave, como lo son las frankfurters y la bologna, frecuentemente se elaboran con una materia prima de bajo costo generalmente denominada como carne mecánicamente deshuesada ya sea de pollo o pavo (MDP). Esta materia prima es de consistencia pastosa, una textura muy fina y se extrae del deshuese manual de canales enteras de aves.

2.2 LA CARNE DE POLLO MECÁNICAMENTE DESHUESADA

El deshuese mecánico de aves empezó en los años 1950's y 1960's con el incremento en el consumo de carne de pollo o pavo en piezas y no en canales enteras. Al ser las piezas (alas, piernas, muslos, pechuga, etc.) con alto valor agregado separadas de la canal de pollo, la canal se somete a un proceso de deshuese mecánico que resulta en la obtención de la carne MDP. El proceso genera rendimientos de MDP en el rango de un 50 a 70%. El proceso permite utilizar más carne de la canal, que de otra manera se consideraría como desperdicio (Maurer, 1996).

En la actualidad se está utilizando como ingrediente para la elaboración de embutidos, la carne de pavo mecánicamente deshuesada. El Clemson University Cooperative Extension Service (CUCES, 1999) la define como las partes de la canal de las cuales la mayoría de la carne ha sido removida pero que todavía poseen carne aprovechable adherida. Estas piezas se empujan a través de un equipo operando bajo alta presión con salidas tan finas que un pequeño porcentaje de hueso pulverizado del tamaño de un grano de arena puede pasar junto con el músculo remanente y otro tejido fino suave; a esto se le denomina carne "mecánicamente separada".

Las carnes de pollo y pavo MDP está tomando gran importancia en la elaboración de embutidos. Los Estados Unidos constituyen uno de los mayores exportadores de esta materia prima. El Economic Research Service – United States Department of Agriculture (ERS – USDA, 2000) señala que en 1999, las exportaciones de pavo de los Estados Unidos fueron de 378 millones de libras valoradas en 198 millones de dólares, de las cuales únicamente un 11% representaban a las aves enteras, mientras que la gran mayoría la constituían los cargamentos de piezas de pavo de bajo valor o de MDP. Señala también que muchos países importadores mezclan la MDP con otras carnes para la producción de salchichas.

2.2.1 Clasificación

Froning y McKee (2001) señalan que en forma conjunta al desarrollo continuo de productos cárnicos procesados de pollo y pavo, más partes han quedado disponibles para el deshuese mecánico. Normalmente los pollos de engorde son despiezados o deshuesados manualmente. Posterior a esto, las costillas, espalda, cuello y alas son deshuesados mecánicamente para ser usados en procesos posteriores en productos procesados. En el caso de las ponedoras, se prefiere cocinar la carne primeramente, luego se deshuesa manualmente y el músculo que ha quedado unido a la canal es sometido al deshuese mecánico (fig. 1).

El residuo obtenido del deshuese mecánico es a menudo utilizado para la alimentación animal, muchos científicos muestran que tiene un excelente potencial de ingrediente en forma de proteína aislada. Con el pasar de los años este residuo ha tomado gran importancia debido a las implicaciones ambientales que trae consigo (Froning y McKee, 2001).

2.2.2 Composición y funcionalidad

Froning y Mc.Kee (2001) establecen que el cizallamiento que se da durante el proceso de deshuese, ocasiona un marcado daño a nivel celular; el cual se ve directamente influenciado por el tamaño de la reja o tamiz utilizado durante el proceso. Tamices pequeños darán lugar a miofibrillas de menor longitud.

A nivel microscópico, el proceso de deshuese provoca un rompimiento en las bandas M y Z del sarcómero; además, de que la médula ósea es liberada de los huesos quebrados durante el proceso de separación, con lo cual se incrementa la cantidad de lípidos y componentes heme en la MDP, estos componentes serán los que diluirán la proteína en el MDP final.

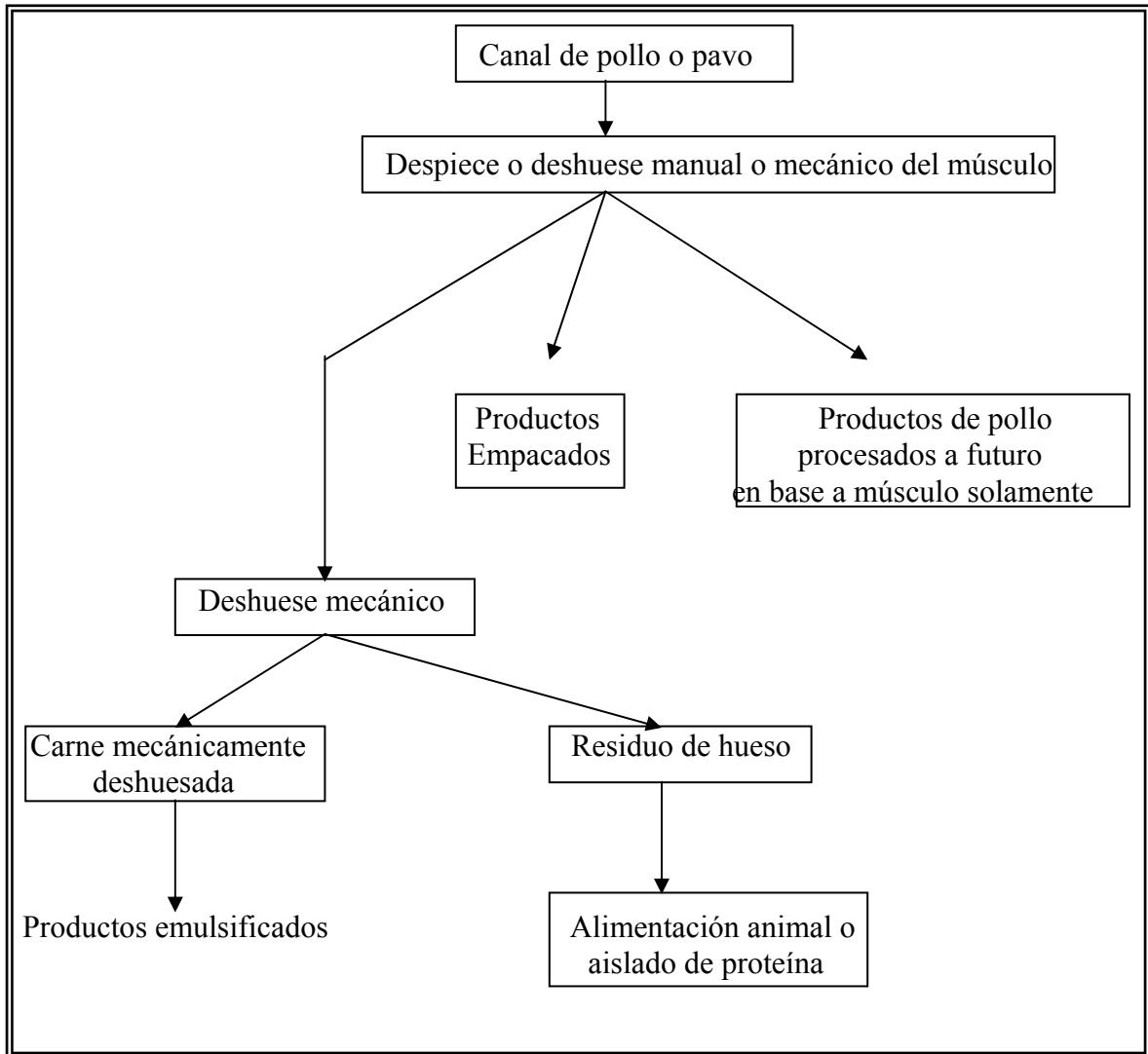


Figura 1. Deshuese mecánico de la carne de pollo (Froning y McKee, 2001)

Froning y McKee (2001) muestran que diferentes factores influyen sobre la calidad de la MDP, entre los cuales se encuentran la edad del ave, contenido de piel, métodos de cortado, especificaciones del deshuesador mecánico, especie (cuadro 1) etc. Aves jóvenes generalmente tendrán mayores proporciones de médula ósea y componentes heme lo cual afectará directamente su composición proximal. La cantidad de piel utilizada afectará directamente el contenido de grasa del MDP final. Señalan además que muchos reportes científicos muestran que la calidad de la carne deshuesada obtenida a través de un

proceso de separación mecánico es muy similar a la obtenida a través del deshuese manual.

Cuadro 1. Rangos de composición de la carne de pollo mecánicamente deshuesada de diferentes fuentes.

Fuente	Proteína¹	Humedad¹	Grasa¹
	Porcentajes (%)		
Espalda y cuello	9.3-14.5	63.4-66.6	14.4-27.2
Espalda	13.2	62.4	21.1
Cuellos sin piel	15.3	76.7	7.9
Costillas de pavo	12.8-15.5	70.6-73.7	12.7-14.4
Ponedora	13.9-14.2	60.1-65.1	18.3-26.2
Ponedora cocida	18.3	63.2	16.5

¹Fuente: Froning y McKee (2001)

2.2.2.1 Funcionalidad. Froning y McKee (2001) indican que gran cantidad de la carne mecánicamente deshuesada es utilizada en la elaboración de productos emulsificados, además, que se ha encontrado que el proceso de separación mecánica en proteínas solubles en sales y el contenido graso afecta directamente las propiedades funcionales. MDP con 12% de proteína producía emulsiones más viscosas donde su estabilidad era mayor que la de emulsiones con fuentes de 11% de proteína.

El porcentaje de piel en la mezcla ha influido también las propiedades del MDP. A mayor proporción de piel tanto la estabilidad como la capacidad de la emulsión se han visto afectadas enormemente, lo cual está ligado directamente al alto contenido de grasa contribuido por la piel. El uso de proteína aislada de soya en combinación con la MDP mejora los atributos de textura en los productos finales (Froning y McKee, 2001).

2.2.2.2 Estabilidad del sabor. Según Froning y McKee (2001), el proceso de separación mecánica produce un considerable daño a nivel celular, sumado a esto el tratamiento térmico a altas temperaturas durante la separación puede acelerar la oxidación de los lípidos si no es controlado. Es por lo tanto, necesario el establecimiento de programas de monitoreo y control adecuados con la finalidad de reducir la oxidación durante el procesamiento y almacenamiento. Además, se enfatiza también en la utilización de antioxidantes durante el procesamiento a fin de evitar estos cambios no deseados en el sabor que afectan significativamente la calidad del producto final.

2.2.3 Regulaciones

2.2.3.1 Etiquetado. Froning y McKee (2001) señalan que las últimas regulaciones dictadas por la FSIS (Food Safety Inspection Service) establecen que si la carne de pollo mecánicamente deshuesada es utilizada como materia prima de un producto, debe declararse como ingrediente en la etiqueta. En la cual, deberá citarse como carne mecánicamente deshuesada indicándose a continuación, la especie a la que pertenece, sea pollo o pavo.

2.2.3.2 Contenido de calcio y huesos. La SCEUC señala que si un producto contiene niveles de calcio del hueso finalmente pulverizado, la etiqueta debe dar el contenido del calcio como porcentaje de la recomendación dietética diaria alimenticia. Debido a que el proceso de deshuesado consiste en una separación mecánica, el material proveniente del hueso es un componente que es medido y limitado en la carne de pollo mecánicamente deshuesada.

El contenido de sólidos provenientes de los huesos está restringido y debe ser inferior al 1%, lo cual equivale a menos del 0.235% en productos cárnicos procesados elaborados con MDP proveniente de pavo o de aves de corral y a menos del 0.175% en productos con MDP proveniente de pollos de engorde de entre 6 y 8 semanas. El tamaño de las partículas residuales provenientes de huesos, es restringido también, el 98% de las cuales deben medir menos de 2.0 mm en su eje más largo (Froning y McKee, 2001).

Las restricciones fueron establecidas con el objetivo de reducir al máximo la probabilidad de ocasionar algún daño físico y además limitar el porcentaje de material óseo que se puede incorporar en la MDP.

2.2.3.3 Colesterol, proteína y grasa. Froning y McKee (2001) señalan que la FSIS decidió que el colesterol no era un carácter importante en la utilización de MDP debido a que esta carne es utilizada principalmente como un ingrediente para productos procesados donde el contenido de colesterol debe declararse en la etiqueta.

Los contenidos de proteína y grasa de la MDP están determinados con base en los estándares de identificación de la carne de pollo mecánicamente deshuesada, en los cuales se señala que el contenido de grasa no debe ser mayor del 25% y la proteína no debe ser inferior al 14%.

Froning y McKee (2001) establecen también que a pesar de que la carne mecánicamente deshuesada de pollo puede contener porcentajes ligeramente altos de colágeno, su calidad proteica no se ve grandemente afectada en comparación con el material proveniente del deshuese manual.

2.2.3.4 Equipo. Froning y McKee (2001) clasifican a los separadores (deshuesadores) mecánicos en dos categorías. Una de las cuales empuja la carne de pollo desde una

cámara externa a través de las ranuras de un tambor, dejando el hueso por fuera. En un diseño similar, la carne pasa desde una cámara externa hacia un cilindro perforado, donde el músculo es forzado a pasar a través de las ranuras del mismo quedando el hueso en el interior del cilindro.

Muchas características del equipo pueden afectar calidad de la MDP, lo cual se traduciría en una mala calidad del producto final a futuro. La presión aplicada es un punto crítico para la calidad del producto final, un incremento de la presión, hará menos eficiente el proceso de separación pues permitirá el paso de partículas de huesos, nervios o tendones.

Froning y McKee (2001) afirman que el mantenimiento del filo de los bordes de las superficies cortantes influencia grandemente la textura y consistencia del producto. La temperatura de procesamiento es otro factor importante durante la obtención de MDP, generalmente se acostumbra el trabajar con producto refrigerado pero no congelado. Sin embargo, luego de modificaciones en equipo se ha logrado trabajar con MDP congelado, lo cual constituye una gran ventaja ya que el producto final posee una mejor textura, mayor vida de anaquel y conteos bacterianos bajos.

2.3 ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS

La inocuidad alimentaria es una de las mayores preocupaciones de la industria de hoy en día a nivel mundial, cada año los controles sanitarios y la tecnología van mejorando con el objetivo de brindar alimentos sanos y en buen estado.

Una de las mayores preocupaciones en la industria cárnica es la contaminación microbiológica. A nivel de planta Conner *et al.* (2001) señalan que la contaminación en productos cárnicos de pollo puede ocurrir a lo largo de todo el proceso de procesamiento, desde la fase de inicial, el empaque y almacenamiento hasta que el producto es cocinado y finalmente consumido.

Conner *et al.* (2001) señalan que la carne de pollo es reservorio de gran cantidad de bacterias, la mayoría de las cuales son responsables por el deterioro de la carne de pollo pero no son patogénicas para los humanos. Sin embargo, los productos de pollo albergan también bacterias que son patogénicas para los humanos, de las cuales varios serotipos de *Salmonella*, *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens* y *Staphylococcus aureus* son las de mayor preocupación.

2.3.1 *Salmonella spp.*

Es una bacteria mesofílica, gram negativa, anaeróbica facultativa, de la familia de las Enterobacteriaceae. Reacción negativa ante la prueba de lactosa, no toleran pH bajo y son sensibles al calor. Se encuentra asociada a alimentos como: carnes crudas, aves, huevos, pescado, moluscos, etc. Existen tres síndromes causados en los humanos por este patógeno: fiebre tifoidea, fiebre paratifoidea y gastroenteritis (Conner *et al.* 2001).

Los rangos de las enfermedades en los humanos varían desde mediano a severo y se los caracteriza como una infección auto-limitante del tracto intestinal. Las dosis para una infección varían de 10,000 a 1,000,000 de células.

La *Salmonella* tiene la capacidad de vivir sin problemas en el medio ambiente. A la planta ingresa la contaminación por medio de las canales de las aves y persiste hasta llegar al consumidor cuando los productos no han sido manejados en forma higiénica, no se cocieron a temperatura o tiempo adecuado.

Roberts *et al.* (1995) señalan que no hay acuerdo sobre el número de salmonelas que deben ingerirse para alcanzar una dosis infectiva. Por esta razón existen diversos métodos de aislamiento de *Salmonella spp*, cada una con medios de enriquecimiento para aislarlas a partir de los alimentos. La mayoría de los métodos implican o bien un pre-enriquecimiento seguido de enriquecimiento o bien sólo del segundo. Se recomienda combinar los métodos: los cultivos en caldo de enriquecimiento, después de incubados se resiembran en medios de agar selectivos. Colonias sospechosas son confirmadas con pruebas bioquímicas y serológicas.

2.3.2 *Escherichia coli* y coliformes totales

Pertenecen a la familia Enterobacteriaceae, son bacilos gram negativos, anaerobios facultativos. En la naturaleza, se encuentran distribuidos mayormente en humanos y animales de sangre caliente. La mayoría no son dañinos, ciertas cepas son patógenas debido a:

- Acumulación de grandes cantidades en alimentos que pasan al intestino delgado.
- Diferente serotipo al humano.
- La adquisición de genes de virulencia.

En un alimento, el organismo puede causar daño en alimentos, algunos serotipos son enteropatogénicos y otros enterotoxigénicos y es utilizado como un indicador de contaminación fecal (Banwart, 1981). Banwart (1981) señala que los coliformes están presentes en las plumas de las aves y en el cuero, pezuñas y cabellos de otros animales. Dentro del sacrificio, los microorganismos pueden contaminar la carne a partir de estas fuentes o a través de algún goteo de los líquidos contenidos en los intestinos durante la evisceración.

Los coliformes incluyen algunos tipos psicrótrofos capaces de multiplicarse entre 3^o y 10^oC, además de que pueden reproducirse inclusive en alimentos refrigerados. A 10^oC pueden crecer mucho más rápido que otros microorganismos y convertirse en los dominantes. Sin embargo, no responden muy bien a tratamientos térmicos a temperaturas de congelación (Banwart, 1980).

2.4 EVALUACIÓN SENSORIAL

Stone, citado por Lawless y Heymann (1998) define a la evaluación sensorial como el método científico usado para evocar, medir, analizar e interpretar las respuestas a los productos como son percibidas a través de los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y audición. La evaluación sensorial se compone de una serie de métodos, directrices y técnicas establecidas para una medición precisa de las respuestas sensoriales humanas y minimiza los efectos del perjuicio potencial en relación a la identidad de la marca o cualquier otra información del producto que pueda influenciar en la percepción del consumidor (Lawless y Heymann, 1998).

Meilgaard *et al.* (1999) señalan que los mejores productos son desarrollados en aquellas organizaciones donde el evaluador sensorial es más que un proveedor de un servicio de prueba especializados; ya que es quien en gran forma nos dará una visión objetiva de lo que el producto es realmente. La medición de la percepción humana frente a las características de los productos se realiza de manera cuantitativa utilizando técnicas estadísticas para el análisis e interpretación de los datos (Lawless y Heymann, 1998).

2.4.1 Tipos de pruebas sensoriales

Lawless y Hayness (1998) señalan que la clasificación de las pruebas sensoriales depende del objetivo de la investigación y se pueden agrupar en tres clases principales (Cuadro 2).

Cuadro 2. Clasificación de las pruebas sensoriales.

Clase	Objetivo de la investigación	Tipo de prueba
Discriminativa	Determinar si hay diferencia entre dos o más productos.	Analítica
Descriptiva	Cuantificar la intensidad de las características percibidas de un producto.	Analítica
Afectiva	Cuantificar el grado de aceptación y/o preferencia de un producto.	Hedónica

Fuente: Lawless y Heymann (1998).

En el presente trabajo se utilizaron las pruebas sensoriales del tipo afectivo por cuanto se analizó la preferencia del consumidor por una u otra de las diferentes formulaciones utilizadas.

2.4.2 Pruebas sensoriales afectivas

El investigador, en el análisis de la evaluación sensorial por el consumidor, está interesado en lo que le gusta del producto al consumidor, si prefiere uno u otro o si

encuentra el producto aceptable basado en su análisis sensorial (Lawless y Heymann, 1998).

Según Jellinek, citado por Lawless y Heymann (1998) en alimentos y productos de consumo, hay dos apreciaciones principales para la evaluación sensorial del consumidor: la medición de la preferencia y la medición de la aceptación. En la medición de preferencia, el panelista escogerá un producto entre varios. Por otro lado, en la medición de aceptación, el panelista establecerá su aceptación dentro de una escala.

2.4.3 Sabor y textura

2.4.3.1 Sabor. Amerine *et al.*, citado por Meilgaard *et al.* (1999) señala que el sabor, como un atributo de alimentos, bebidas y sazonadores, ha sido definida como la suma de percepciones resultantes de la estimulación de las terminaciones nerviosas que se encuentran agrupadas a la entrada del tractos respiratorios y la boca. Caul citado por Meilgaard *et al.* (1999) restringe la definición a las impresiones percibidas vía estímulos químicos de un producto en la boca. Definido de esta forma, el sabor incluye:

- Los aromas, que son percepciones olfativas causadas por sustancias volátiles liberadas del producto en la boca.
- Los sabores, percepciones gustativas (salado, dulce, amargo) causado por sustancias solubles en la boca.
- La estimulación por factores químicos, la cual estimula las terminaciones nerviosas en las membranas suaves de las cavidades nasal y bucal.

2.4.3.2 Textura. Meilgaard *et al.* (1999) señala que la textura puede definirse como la manifestación sensorial de la estructura o arreglo interno de los productos en términos de su:

- Reacción a un estrés, medido como propiedades mecánicas (tales como dureza/firmeza, adhesividad, cohesividad, gomosidad, elasticidad/resiliencia, viscosidad) por los músculos de las manos, dedos, lengua, mandíbula o labios.
- Propiedades táctiles, medidas como partículas geométricas (granuloso, arenoso, cristalino, escamoso) o humedad percibida por los nervios ubicados en la superficie de la piel de las manos, labios o lengua.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta sección se discuten los materiales, equipos y metodología empleados para la elaboración de los diferentes tratamientos utilizados para la evaluación de la formulación óptima de un embutido a partir de MDP. Se describe también el análisis estadístico, los análisis físicos y microbiológicos de la materia prima, así como los análisis sensoriales y microbiológicos de los productos finales.

3.1 UBICACIÓN

La elaboración del embutido emulsificado (salchicha) de carne mecánicamente deshuesada de pollo (tratamientos y testigo) y la toma de datos de la materia prima, ingredientes y productos y terminados se realizó en la planta de procesamiento de productos cárnicos que pertenece a la Zamoempresa de Lácteos y Cárnicos. Los análisis de las diferentes características proximales del producto: análisis de humedad, grasa, y pruebas microbiológicas se realizaron en el Centro de Evaluación de Alimentos de Zamorano. Las pruebas sensoriales del producto final se realizaron en las residencias de los consumidores.

3.2 MATERIALES

3.2.1 Materia prima

Para la elaboración de los tratamientos se obtuvo la materia prima de la empresa Embutidos Europea S.A. en Tegucigalpa, Honduras, la cual importa desde los Estados Unidos la carne mecánicamente deshuesada de pollo certificada. Se utilizó también carne fresca de pollo, específicamente de la pieza de la pierna, adquirida en el establecimiento Pricemart en Tegucigalpa, Honduras. Estas piezas posteriormente fueron deshuesada en forma manual para los diferentes tratamientos.

3.2.2 Ingredientes

Para la elaboración de la salchicha (testigo) y los tratamientos restantes se utilizaron los aditivos ya especificados en la formulación de un producto emulsificado:

- Carne mecánicamente deshuesada de pollo.
- Carne manualmente deshuesada de pollo proveniente de la pierna.
- Proteína aislada de soya.

- Almidón de papa.
- Nuez moscada.
- Azúcar..
- Pimienta blanca.
- Pluscolor (ascorbato o eritorbato de sodio).
- Sal (cloruro de sodio).
- Nitrito o su equivalente como la sal de cura (Primacure).

3.2.3 Formulación

Se trabajaron seis tandas calculadas a obtener 20 lb. de producto final de cada una de ellas. Estas tandas de 20 lb. representaron las unidades experimentales (tratamientos); en los cuales, las diferencias principales fueron las proporción de MDP y de carne de pollo y el tipo de ligante utilizado ya sea proteína aislada de soya o almidón de papa. Se realizaron dos repeticiones de cada tratamiento (Cuadro 3).

Cuadro 3. Formulaciones de los tratamientos utilizados para la elaboración de una salchicha en base a MDP para tandas de 100 lb.

INGREDIENTES (expresados en porcentaje)	TRATAMIENTOS					
	1 (75%) ¹	2 (85%) ¹	3 (95%) ¹	4 (75%) ¹	5 (85%) ¹	6 (95%) ¹
Carne de pollo mecánicamente deshuesada	71.27	80.77	90.27	71.27	80.77	90.27
Carne de pierna de pollo	23.76	14.25	4.75	23.76	14.25	4.75
Sal	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
Proteína aislada de soya	1.90	1.90	1.90	0.00	0.00	0.00
Almidón de papa	0.00	0.00	0.00	1.90	1.90	1.90
Azúcar	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Pimienta blanca	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Nuez moscada	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Eritorbato de sodio	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Primacure	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23

¹ Con respecto al total de materia prima de origen cárnico de la formulación.

3.2.4 Envolturas y materiales de empaque

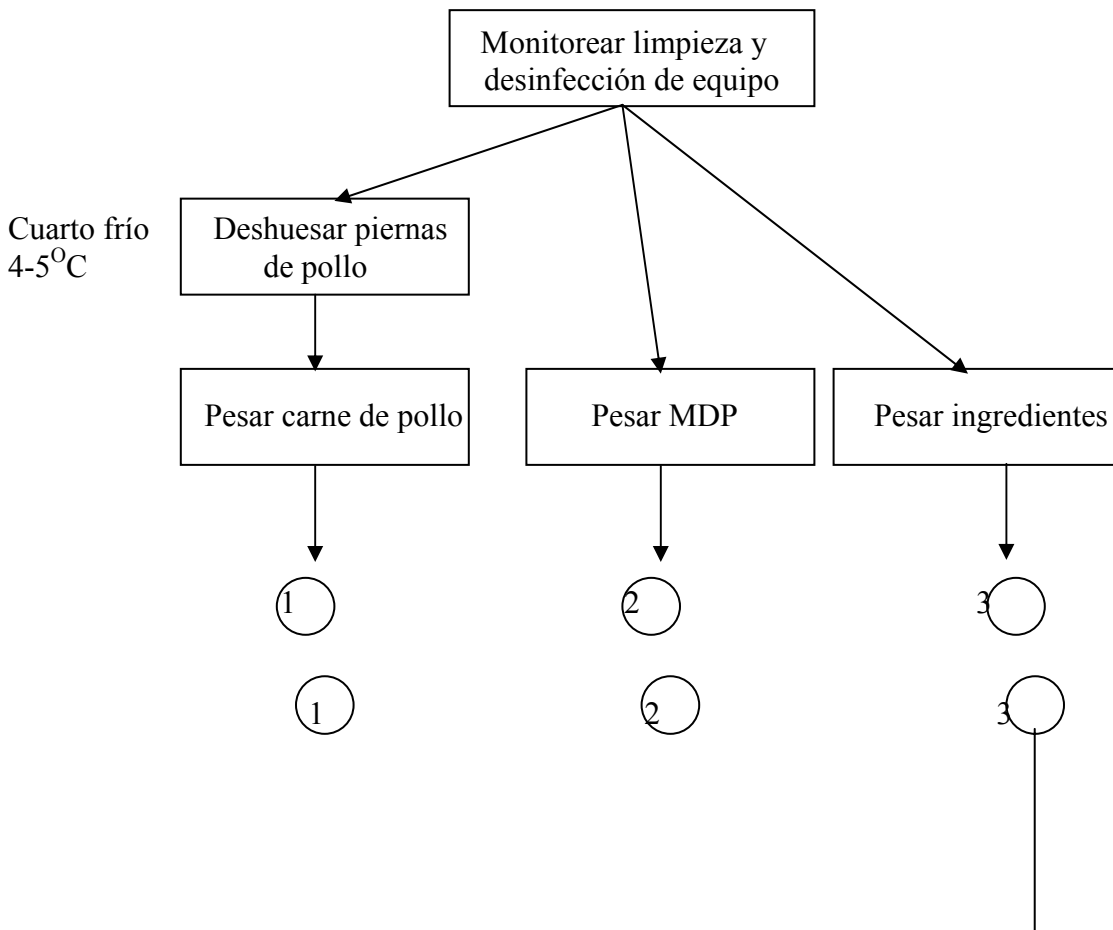
Para embutir el producto se utilizó una funda no comestible del tipo Teepak Wieniepak la cual es utilizada para el embutido de salchichas en Zamorano.

3.3 EQUIPO

- Balanza de precisión, marca Pelouze.
- Molino de Carne, marca Ohaus.
- Mezcladora.
- Embutidora, marca Fatosá.
- Ahumador, marca Koch.
- Termómetro electrónico, marca Comark.
- Cutter o cortadora silenciosa.

3.4 METODOLOGÍA

Se aplicó el mismo procesamiento a todos los tratamientos. Los ingredientes y materia prima se pesaron de acuerdo a los tratamientos, en base a cada formulación. El procesamiento se encuentra detallado en el diagrama de flujo (Figura 2). Se escogieron los niveles de ligante y proporción de MDP como base para seleccionar los tratamientos, elegir el diseño experimental y determinar la influencia de los mismos en las variables analizadas en los análisis sensoriales. Cada tratamiento fue evaluado sensorialmente mediante una prueba de aceptación que incluyó básicamente dos tipos de consumidores, profesores y estudiantes de Zamorano.



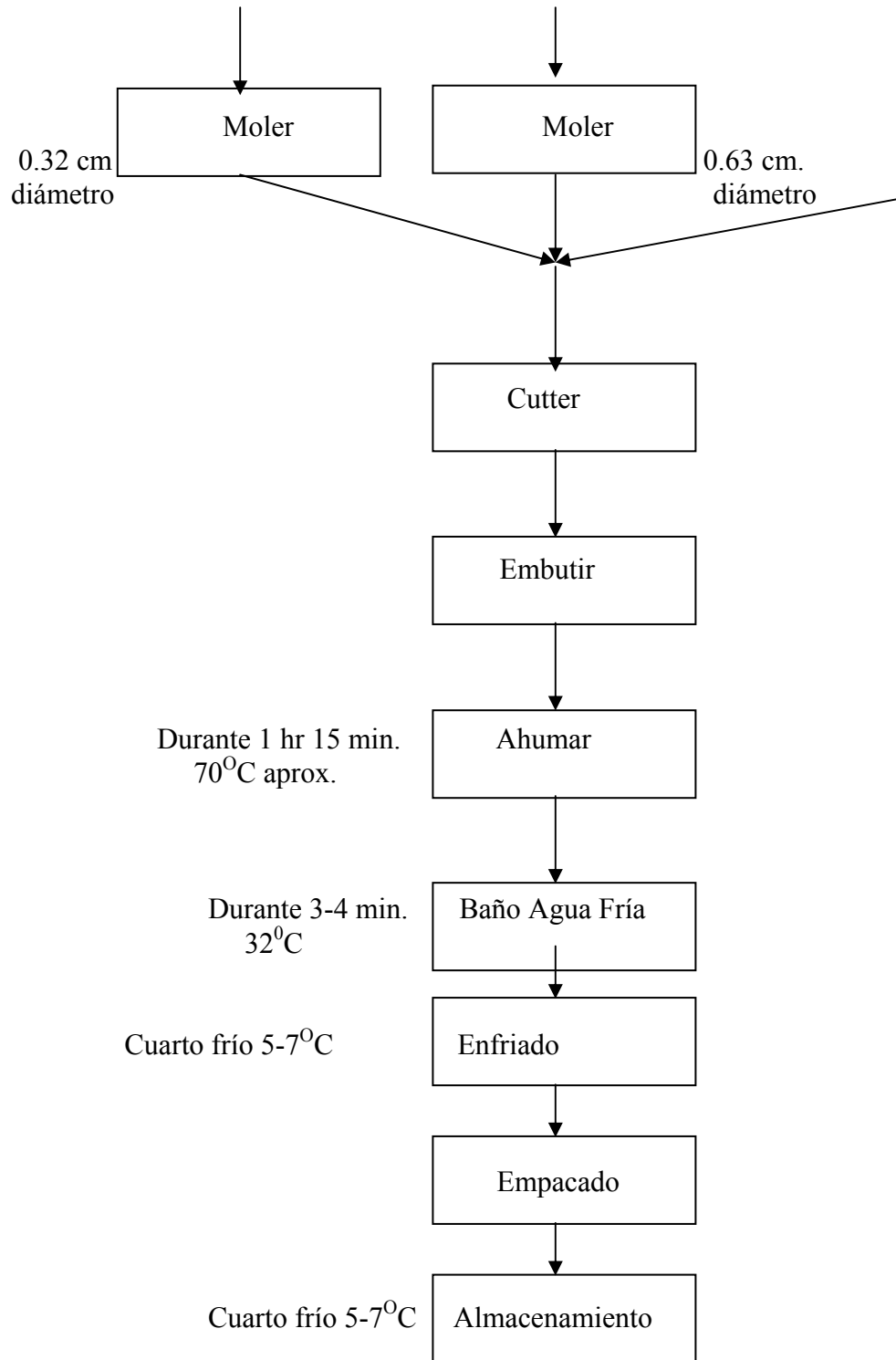


Figura 2. Flujograma para la elaboración de una salchicha utilizando carne de pollo mecánicamente deshuesada.

3.4.1 Procedimiento

3.4.1.1 Obtención de la materia prima. La carne de pollo mecánicamente deshuesada fue trasladada desde la Empresa Embutidos Europea S. A. en su planta de procesamiento en Tegucigalpa al Zamorano. La MDP se mantuvo en congelación para evitar su deterioro, y el día anterior a su procesamiento fue descongelada a 2°C. Las piernas de pollo que fueron deshuesadas, se compraron en Pricemart S.A. en Tegucigalpa pero provenían de la empresa Pollo Norteño (Búfalo, Cortés). Esta materia prima se mantuvo en refrigeración antes y después del deshuese manual. El deshuese manual se realizó en el cuarto de despique de la planta de cárnicos a 4°C.

3.4.1.2 Pesado. Los ingredientes y las materias primas se pesaron en las proporciones especificadas para cada tratamiento en una balanza electrónica de precisión el mismo día que se procesó el producto.

3.4.1.3 Molido. La carne obtenida del deshuese de piernas de pollo se molió utilizando un disco de molienda de orificios de 0.31 cm de diámetro. El pesado de esta carne se lo realizó posterior al molido para evitar cualquier error experimental a causa de la carne que pudo quedar en las ranuras del molino.

3.4.1.4 Cutter. Luego del pesado, se colocaron las materias primas en el cutter. Se uniformizó la materia prima, mezclando el MDP y la carne de los muslos del pollo por un minuto. Posteriormente se añadieron las sales (sal común y primacure) y se mezclaron por un minuto adicional. Se adicionaron los demás ingredientes a excepción del Pluscolor (Eritorbato de sodio) y se mezcló por un minuto. Subsecuentemente, se adicionó 4 lb. de hielo y finalmente se colocó el Pluscolor, cada uno por separado y con un tiempo de mezcla individual de un minuto, respectivamente.

3.4.1.5 Embutido. El embutido se realizó utilizando la embutidora hidráulica de la planta, donde se embutió la mezcla en tripas “Wienie Pak”, que son comúnmente utilizadas en la elaboración de “Hot dogs”.

3.4.1.6 Ahumado y tratamiento térmico. El ahumado se realizó en el ahumador semi-automático de la planta de industrias cárnicas El producto se cocinó en hasta alcanzar 65°C internamente.

3.4.1.7 Refrigeración del producto terminado. La refrigeración luego del proceso de ahumado se realizó en el cuarto frío destinado para almacenar producto terminado a una temperatura de 4 °C.

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

3.4.2 Análisis microbiológico

Se sometió a la MDP, carne obtenida de las piernas de pollo y al producto final a pruebas microbiológicas para evaluar la inocuidad del producto. Se utilizó como base a la norma ICAITI (Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial) número 34130 recomienda los recuentos de coliformes totales y de *E. coli* para salchichas. Se tomaron tres muestras para cada uno, y se los analizó a concentraciones de 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} . El análisis microbiológico se realizó enumerando a los patógenos *E. coli* y coliformes totales dada su alta incidencia en carnes y productos procesados de pollo. Se utilizó el mismo procedimiento para la identificación de los microorganismos.

3.4.2.1 Placas petrifilm para detección de coliformes y *E. coli*. Para la detección de coliformes y de *E. coli* se utilizaron placas petrifilm, de la compañía 3M. Se tomaron muestras de la materia prima (MDP), del pollo que se utilizó y de los productos terminados.

Se tomó 1 g. de muestra de cada uno de los tratamientos y las materias primas, con las cuales se hicieron diluciones en concentraciones de volumen de 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} para lo cual se utilizó agua peptonada a una concentración del 0.1%. De cada una de las diluciones se tomó 1 ml. de solución y se colocó sobre las placas Petrifilm, y se dejó en incubación por un día a temperatura de 35°C, luego de este tiempo se observó y se midió el crecimiento de microorganismos.

Este procedimiento se basó en el método citado en el manual del usuario de Petrifilm para detección de *E. Coli* y coliformes totales, el cual a su vez utiliza parámetros de AOAC®. Los parámetros utilizados para la diferenciación de colonias y el conteo fueron la coloración de la colonia. Colonias de color azul y rodeadas de una burbuja de gas, se consideraban *E. coli* positivo, mientras que las que presentaron una coloración rojo brillante y rodeadas por una burbuja de gas fueron contadas como colonias de coliformes confirmados, independientemente del tamaño que tenían.

Las diferencias en la coloración se deben a que las cepas de *E. coli* O157:H7 son atípicas, no crecen a temperaturas superiores a los 44.5°C, además, como son del tipo glucuronidasa negativo, forman el precipitado azul. La formación de la burbuja de gas

alrededor es una característica importante para la correcta identificación de coliformes puesto que las mismas formas anhídrido carbónico.

3.4.2.2 Detección de *Salmonella spp.* Para la detección de *Salmonella spp.* se tomaron 25 g de muestra de cada tratamiento, así como de la MDP y la carne de pollo, y se mezclaron con caldo lactosa .

Las muestras con caldo lactosa se trasladaron al STOMACHER® durante dos minutos a fin de deshacer la muestra y dejar que la acción del caldo lactosa fuera más eficiente, permaneció en incubación a 35°C. Luego de 24 h, se procedió a la fase de enriquecimiento en la cual se tomó 1 ml y se dispensó en un tubo de ensayo con 9 ml de medio “Tetrathionate broth base”, se tomó nuevamente otro ml. y se colocó en otro tubo de ensayo con 9 ml de agar Selenito Cistina y se incubaron durante 24 h a 35°C. Subsecuentemente las muestras pasaron a la fase de enriquecimiento selectivo, en la cual se tomó 1 ml de cada tubo de ensayo y se colocó en un plato petri con medio Salmonella-Shigella. Se tomó otro ml. y se añadió en otro plato petri con agar Verde Brillante utilizando la técnica de Frobisher, conocido también como “streak plate”. Las muestras se incubaron a 35°C por 24 h

Posteriormente se buscaron las colonias sospechosas en los platos petri de acuerdo a las características visuales siguientes:

- Colonias sospechosas en Agar Selenito cistina: Coloración rosado pálido hasta transparentes o translúcidas, algunas presentaron el centro de color negro.
- Colonias sospechosas en Agar Verde brillante: Sin color, o transparentes, rosado pálido hasta fucsia con el medio adyacente rosado inclusive rojo.

El procedimiento detallado anteriormente se realizó para MDP, carne de pollo y los productos finales de cada tratamiento.

Las colonias sospechosas eran sustraídas y colocadas en tiras API 20 E®, para confirmar la presencia de *Salmonella spp.* con base a sus propiedades bioquímicas:

- Fermentación de lactosa (-)
- Fermentación de glucosa (+)
- Fermentación de sucrosa (-)
- Producción de sulfuro de hidrógeno (+)
- Producción de Urea (-)

3.5 ANÁLISIS PROXIMALES

Se realizaron con el objetivo de determinar la humedad y grasa de la materia prima inicial: MDP y pollo, y del producto terminado de cada tratamiento.

3.5.1 Humedad

Se tomaron muestras de MDP, pollo deshuesado y de los tratamientos, estas se trituraron separadamente y se obtuvo 1 g de muestra de cada una. Las muestras de las materias primas y de cada tratamiento se colocaron en crisoles y se desecaron por 24 hr a una temperatura de 105°C. Al salir del horno se llevaron a las campanas de mantenimiento de la muestra a fin de que su temperatura disminuya y no capten humedad del ambiente. Se pesó cada una de las muestras, con el peso final y el inicial se obtuvo la cantidad de agua que tenía cada muestra y se expresó como relación porcentual en función del peso inicial.

3.5.2 Grasa

Se pesaron muestras de 1 g de las materias primas y de los productos finales de cada tratamiento utilizando papel filtro. Se pesaron los beakers de Goldfish con tres perlitas de vidrio (previamente presecados a 105°C y enfriados libres de humedad). Se colocaron las muestras en los dedales y soportes del extractor de grasa de Goldfish. Se agregó 30 ml de éter etílico a cada beaker y se los ajustó al condensador del extractor, se prendieron las hornillas y el agua del condensador, donde permaneció por un periodo de 6 hr. Se quitaron las muestras y se recuperó el éter. Los beakers con extracto etéreo se dejaron secando a 105°C por un periodo de 6 horas en el horno. Se los dejó enfriar y se los pesó. Se obtuvo el peso final de la muestra y se lo expresó como relación porcentual en función del peso original.

3.6 ANÁLISIS SENSORIALES

Se realizaron análisis sensoriales de preferencia y aceptación en cada uno de los tratamientos a fin de conocer la opinión de los consumidores.

3.6.1 Prueba de preferencia

Para la prueba de preferencia se utilizó una encuesta en la cual el evaluador (alumnos y empleados de Zamorano), ubicó los tratamientos en orden ascendente numérico según su preferencia por uno u otro tratamiento, asignando el número 1 al tratamiento que mostraba mayor preferencia (Anexo 1).

3.6.2 Prueba de aceptabilidad

La prueba de aceptabilidad fue enfocada hacia dos atributos específicos del producto: sabor y textura, para lo cual se elaboró una encuesta en la que el evaluador categorizó cada uno de los tratamientos usando una escala de nueve puntos (1=extremadamente agradable hasta 9=extremadamente desagradable) para los dos atributos antes mencionados (Anexo 2). Se tomó como tratamiento 0 o control la salchicha “Hot dog” normal, producida por la planta de cárnicos de Zamorano.

3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La preferencia de uno u otro tratamiento fue analizada utilizando la metodología de Watts *et al.* (1992), utilizando 31 estudiantes (Anexo 1).

La prueba de aceptación de los atributos (sabor y textura) fue analizada utilizando un modelo de bloques completamente al azar con parcelas divididas. Donde, el tipo de ligante utilizado constituyó cada uno de los bloques y el porcentaje de MDP cada una de las parcelas. Los 7 tratamientos (incluido el testigo) fueron evaluados por los 31 estudiantes (Anexo 3).

Los datos obtenidos se analizaron con el programa SAS® utilizando un análisis de varianza (ANDEVA) y la prueba Duncan para realizar la separación de medias obtenidas en la evaluación de cada tratamiento, así como para determinar si el consumidor percibía diferencias estadísticamente significativas.

3.8 ANALISIS ECONÓMICO

Se analizaron los costos de producción de cada tratamiento y se los comparó utilizando los costos de la salchicha tipo “Hot dog” elaborada en Zamorano como base de comparación.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 MATERIA PRIMA

Los resultados de los análisis proximales mostraron un contenido de humedad promedio de la MDP de 71.03% , en tanto que la humedad promedio del pollo fue de 76.81%. El contenido de grasa de la MDP fue de 11.27%, superior al del pollo (8.36%). La MDP utilizada cumplía con las especificaciones establecidas para su exportación, pues el máximo permisible es de 25% (Froning y McKee, 2001).

La presencia de unidades formadoras de colonia de *E. coli* y de coliformes totales estimados fueron de 2.0×10 UFC/g y de 3.0×10 UFC/g, respectivamente. Esto indica que la condición de la materia prima era microbiológicamente adecuada.

El recuento bajo de *E. coli* y de coliformes en la MDP podría ser debido a que esta materia prima es mantenida en a temperaturas de congelación (-12°C) durante su almacenamiento.

El pollo presento mayor número de UFC por gramo entre las dos materia primas esto se explica por que es preservado a temperaturas de refrigeración (4°C) durante su almacenamiento, las cuales no afectan la presencia de coliformes. Otra razón como lo explica Banwart (1981), podría ser que el agua utilizada en las plantas de procesamiento de pollo para lavar las canales y las piezas puede contener el patógeno, siendo esta la principal fuente de contaminación.

Cuadro 4. Número de unidades formadoras de colonias (UFC) de *E. coli* y de coliformes por gramo presentes en las materias primas.

Materia prima	UFC/g estimadas	
	<i>E. coli</i>	Coliformes totales
Carne del muslo de pollo	3.4×10^2	4.0×10
Carne mecánicamente deshuesada	2.0×10	6.0×10

4.2 PRODUCTO FINAL

4.2.1 Análisis proximal

El contenido de humedad de los productos que utilizaron proteína aislada de soya fueron en promedio mayores que los obtenidos con el almidón de papa la razón de esta diferencia podría ser que la proteína tiene un mayor poder ligante que el almidón (Cuadro 5).

Cuadro 5. Contenido de humedad (expresado como porcentaje) en la materia prima y productos terminados.

	Humedad (%)
Materia prima:	
Carne de muslo de pollo	76.81
Carne mecánicamente deshuesada	71.03
Producto terminado:	
75% MDP y proteína aislada de soya	69.48
85% MDP y proteína aislada de soya	70.39
95% MDP y proteína aislada de soya	69.03
75% MDP y almidón de papa	68.07
85% MDP y almidón de papa	65.54
95% MDP y almidón de papa	64.68

Los porcentajes de grasa de las salchichas de todos los tratamientos fueron menores al 20% (Cuadro 6).

Cuadro 6. Contenido de grasa (expresado como porcentaje) de las materias primas y los productos finales.

Tratamiento	Grasa (%)
75% MDP y proteína aislada de soya	12.82
85% MDP y proteína aislada de soya	10.78
95% MDP y proteína aislada de soya	12.09
75% MDP y almidón de papa	16.66
85% MDP y almidón de papa	19.54
95% MDP y almidón de papa	19.89

Las salchichas de los tratamientos con almidón de papa, presentaron un mayor contenido de grasa que las de los tratamientos con proteína de soya. Sin embargo, todas cumplen con

las normas establecidas por la U.S.D.A. las que señalan que el máximo de grasa permisible para salchichas tipo “hot dog” es del 20% (Texas university, 2001)

4.2.2 Análisis sensorial

4.2.2.1 Prueba de preferencia. Las salchichas manufacturadas con el porcentaje menor de MDP (75%) fueron las preferidas por los consumidores, alcanzando mayor preferencia las manufacturadas con proteína aislada de soya. El tratamiento conteniendo 85% de MDP y proteína aislada de soya obtuvo el tercer lugar en la clasificación de preferencia por el consumidor. Las salchichas menos preferidas correspondieron a los tratamientos con 95% de MDP y almidón de papa y el control que fue la salchicha “Hot dog” producida en Zamorano (conteniendo res y cerdo). Los productos con 75% de MDP y proteína aislada de soya y los producidos con 95% de MDP y almidón de papa fueron diferentes ($p < 0.05$).

4.2.2.2 Prueba de aceptabilidad

Evaluación del sabor. Se encontraron interacciones significativas ($p > 0.05$) en las fuentes de variación (porcentaje de MDP y el ligante utilizado, ligante y panelista, MDP y panelista), lo cual indica que la aceptación de los niveles de MDP depende del ligante utilizado en la formulación (Cuadro 7). Los valores promedio y la separación de medias de la interacción MDP y ligante se muestran en el cuadro 8. El sabor de los productos del tratamiento con 95% de MDP y almidón de papa fue el menos aceptado por los consumidores y fue significativamente diferente ($p < 0.05$) que el sabor percibido en los demás productos. El sabor de los productos del tratamiento con 95% de MDP y almidón de papa fue el menos aceptado por los consumidores y fue significativamente diferente ($p < 0.05$) que el sabor percibido en los demás productos.

Cuadro 7. Probabilidad del valor F en el ANDEVA y CV del sabor utilizando los ligantes y la proporción de MDP.

Fuente de Variación	Característica – Sabor
Ligante	0.0141
MDP	0.1536
Panelista	0.0001
Ligante x MDP	0.0014
Ligante x panel	0.0036
MDP x panel	0.6723
Modelo ¹	0.0015
R-cuadrado ²	0.8373
CV ³	34.90

¹Significancia de ajuste del modelo.

²Coeficiente de ajuste de la muestra.

³Coeficiente de variación.

Cuadro 8. Valores promedio¹ y separación de medias del sabor por tipos de ligante y nivel de MDP.

Tratamientos		Promedio ¹	Desviación Stándard
MDP	Ligante		
0%	Proteína asilada de soya	3.77 ^a	2.4043
75%	Proteína aislada de soya	3.80 ^a	1.8515
75%	Almidón de papa	4.35 ^a	1.5822
85%	Proteína aislada de soya	4.29 ^a	1.7358
85%	Almidón de papa	3.83 ^a	1.7146
95%	Proteína aislada de soya	3.74 ^a	1.5268
95%	Almidón de papa	5.29 ^b	1.9865

¹Puntaje (1= extremadamente agradable a 9= extremadamente desagradable)

^{a,b,c} Medias con igual letra no presentaron diferencias significativas.

Esto podría explicarse debido a que este tratamiento tenía una alta proporción de MDP lo cual pudo alterar el sabor del producto final, Froning y McKee (2001), señalan que el proceso de separación mecánica produce un considerable daño a nivel celular, sumado a esto el tratamiento térmico a altas temperaturas durante la separación puede acelerar la oxidación de los lípidos si no es controlado.

Esto pudo dar origen a un mal sabor en el producto terminado por no haberse utilizado un antioxidante en dosis mayores a las utilizadas para “Hot dogs” ya que sus principales materias primas son carne de cerdo y res donde la oxidación de lípidos no influye en forma tan notable como en el pollo. Los consumidores no percibieron diferencias significativas ($p>0.05$) en el sabor de los productos de los demás tratamientos.

Evaluación de la Textura. La única interacción significativa en las fuentes de variación del modelo estadístico fue el ligante con el panelista. Los porcentajes de MDP no produjeron ningún cambio en la textura que haya sido apreciado por el consumidor ($p>0.05$) (Cuadro 9). El tipo de ligante afectó significativamente ($p<0.05$) la textura de los tratamientos (Cuadro 9).

Cuadro 9. Probabilidad del valor F en el ANDEVA y CV de la textura utilizando los ligantes y la proporción de MDP.

Fuente de Variación	Característica – Textura
Ligante	0.0034
MDP	0.3177
Panelista	0.0001
Ligante x MDP	0.6528
Ligante x panel	0.0509
MDP x panel	0.9339
Modelo ¹	0.0257
R-cuadrado ²	0.8017
CV ³	35.69

¹Significancia de ajuste del modelo

²Coefficiente de ajuste de la muestra

³Coefficiente de variación.

El efecto nulo del porcentaje de MDP sobre la textura de los diferentes tratamientos se confirma al analizar los valores promedio y las separaciones de media en el cuadro 10.

Cuadro 10. Valores promedio y separación de medias por nivel de MDP para el atributo de textura.

Tratamientos	Promedio¹	Cuadrado Medio del Error
MDP		
0%	3.32 ^a	2.1525
75%	4.01 ^a	2.1525
85%	4.30 ^a	2.1525
95%	4.40 ^a	2.1525

¹Puntaje (1= extremadamente agradable a 9= extremadamente desagradable)

^{a,b} Medias con igual letra no presentaron diferencias significativas.

El efecto del tipo de ligante utilizado sobre la textura de los diferentes tratamientos valor promedio y las separaciones de media del atributo de textura se muestran en el cuadro 11.

La diferencia puede explicarse debido a que el nivel de ligante utilizado en el control (proteína aislada de soya) fue mayor, aportándole mayor firmeza al producto. Otra posible razón podría ser que durante el proceso de separación de la MDP la médula ósea es liberada con lo cual se incrementa la cantidad de lípidos y componentes heme estos componentes serán los que diluirán la proteína en el MDP final (Froning y McKee, 2001).

Cuadro 11. Valores promedio¹ y separación de medias por tipo de ligante utilizado para el atributo de textura.

Tratamientos Ligante	Promedio ¹	Cuadrado Medio del Error
Control –Proteína aislada de soya(2.85%)	3.32 ^a	2.1525
Almidón de papa	4.08 ^b	2.1525
Proteína aislada de soya (2%)	4.39 ^b	2.1525

¹Puntaje (1= extremadamente agradable a 9= extremadamente desagradable)

^{a,b} Medias con igual letra no presentaron diferencias significativa.

4.2.3 Análisis microbiológico

Los recuentos de las placas petrifilm de 3MTM mostraron que la presencia de coliformes totales es menor a 1 unidad formadora de colonia (UFC) por gramo de producto (Cuadro 12). Los recuentos de *E. coli* de los tratamientos con proteína aislada de soya fueron de 1.0 x 10 UFC /g o menos, lo que se encuentra acorde con las normas ICAITI, las cuales establecen que el máximo es de 10 UFC / g de coliformes totales.

El tratamiento térmico durante el procesamiento puede ser la razón por la cual se encontraron recuentos de *E. coli* y de coliformes totales en productos terminados que cumplen con las normas microbiológicas establecidas.

La muestra de las salchichas del tratamiento que obtuvo menor preferencia (95% MDP y almidón de papa) fueron las que presentaron mayor presencia de *E. coli* (1.3 x 10² UFC/g) en el recuento.

En ninguno de los productos finales correspondientes a cada tratamiento se aisló *Salmonella spp.*, lo cual cumple con las normas ICAITI. Sin embargo, la identificación bioquímica que se realizó a colonias aisladas en los medios selectivos de agar Salmonella-Shigella y agar verde brillante mediante el uso del sistema API[®] 20E dio como resultado la identificación de los siguientes microorganismos: *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia odorifera*, *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella terrigena* y *Proteus mirabilis*.

Estas enterobacterias a pesar de no ser patógenas, son importantes ya que pueden causar daños en cuanto a la calidad del producto final si no se le da un manejo adecuado durante su almacenamiento considerando de importancia también la calidad de la materia prima.

Cuadro 12. Número de unidades formadoras de colonias (UFC) de *E. coli* y de coliformes por gramo presentes en las materias primas y en los productos terminados.

Tratamiento	UFC/g estimadas	
	<i>E. coli</i>	Coliformes totales
Materia prima:		
Carne del muslo de pollo	3.4×10^2	4.0×10
Carne mecánicamente deshuesada	2.0×10	6.0×10
Producto terminado:		
75% MDP y proteína aislada de soya	$<1.0 \times 10$	$<1.0 \times 10$
85% MDP y proteína aislada de soya	1.0×10	$<1.0 \times 10$
95% MDP y proteína aislada de soya	1.0×10	$<1.0 \times 10$
75% MDP y almidón de papa	$<1.0 \times 10$	$<1.0 \times 10$
85% MDP y almidón de papa	3.0×10	$<1.0 \times 10$
95% MDP y almidón de papa	1.3×10^2	$<1.0 \times 10$

4.2.4 Análisis económico

Se calcularon los costos de producción de las salchichas de cada formulación (Cuadro 13) y se los comparó con los costos de producción de la salchicha “Hot dog” de Zamorano.

Los costos de producción de las salchichas elaboradas con las formulaciones de cada uno de los tratamientos fueron inferiores a los costos de producción de la salchicha tipo “Hot dog” que es de 16.60 L. la libra. Los costos de producción de los tratamientos de las salchichas con mayor preferencia por parte de los consumidores (75% MDP con proteína aislada de soya y 75% de MDP con almidón de papa) fueron menores que los de la salchicha tipo “Hot dog” en 11.74% y 13.07% respectivamente.

Cuadro 13. Costos de producción por libra de salchichas de las formulaciones con diferente proporción de MDP y tipo de ligante.

Concepto	Carne mecánicamente deshuesada						
	0%	75%	85%	95%	75%	85%	95%
	Proteína aislada de soya				Almidón de papa		
MDP		4.63	5.25	5.87	4.63	5.25	5.87
Carne de pollo del muslo		5.72	3.43	1.14	5.72	3.43	1.14
Carne de Res	9.46						
Carne de Cerdo	1.81						
Ingredientes:							
Sal	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Proteína asilada de soya	1.23	0.60	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00
Almidón de papa		0.00	0.00	0.00	0.38	0.38	0.38
Azúcar	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Pimienta Blanca		0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Nuez moscada		0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Eritorbato de sodio	0.26	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Primacure	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Condimento para "Hot dog"	0.20						
Condimat	0.01						
Begamina	0.03						
Fosfato	0.10						
Humo liquido	0.07						
Empaque	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Mano de obra	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13
Depreciación	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
TOTAL	16.60	14.65	12.98	11.31	14.43	12.76	11.09

5. CONCLUSIONES

- La metodología aplicada en la elaboración de productos emulsificados permitió encontrar las diferencias a nivel técnico y económico por efecto de la utilización de carne mecánicamente deshuesada de pollo como una materia prima.
- La proporción de carne mecánicamente deshuesada de pollo no afectó la percepción de textura del producto final. Sin embargo, el tratamiento con mayor preferencia fue el que contenía menor proporción de carne mecánicamente deshuesada.
- La interacción entre el nivel de MDP y el tipo de ligante usado influenciaron la percepción del sabor de los tratamientos en el consumidor.
- La formulación preferida fue aquella elaborada con 75% de MDP y con proteína aislada de soya como ligante, ya que su preferencia fue superior inclusive a la salchicha Hot Dog que actualmente se comercializa en Zamorano.
- La carne mecánicamente deshuesada de pollo mostró ser una materia prima microbiológicamente adecuada para la elaboración de embutidos debido a su bajo recuento de coliformes totales y de *E. coli*.
- Los productos terminados de los tratamientos analizados, al igual que la materia prima presentaron conteos microbiológicos bajos lo cual los ubica como productos inocuos para el consumidor.
- Los costos de producción de salchichas elaboradas con MDP independientemente del ligante utilizado fueron inferiores ubicándola como una potencial fuente de reducción de costos en la elaboración de productos cárnicos procesados.

6. RECOMENDACIONES

- La utilización de carne de pollo mecánicamente deshuesada en la elaboración de productos cárnicos procesados por ser una potencial fuente de reducción de costos.
- Los análisis sensoriales pueden ser empleados como un método de control de calidad y uniformidad del producto final.
- Investigar el uso de diferentes colorantes a fin de mejorar la intensidad del color en el producto final.
- Implementar un sistema de registro para las variables implicadas en el procesamiento de embutidos como: calidad de la materia prima, calidad de los ingredientes, temperaturas, pH, peso, rendimientos.
- Analizar la influencia de otro tipo de ligantes en la formulación, así como tiempos y temperaturas que permitan optimizar el proceso y obtener un producto de calidad.
- Implementar un programa de análisis microbiológico en la planta de procesamiento de cárnicos de Zamorano, donde se analicen las materias primas y los productos finales para asegurar el prestigio y la calidad bien merecidos de los productos de Zamorano.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Banwart, G. 1981. Basic food microbiology. Westport, CO, EE.UU. The Avi publishing Company, Inc. 519 p.
- Clemson University Cooperative Extension Service. 1999. Safe Handling of Sausages and Hot Dogs (en línea). Clemson, EE.UU. Accesado 21 Mayo 2001. Disponible en <http://hgic.clemson.edu/factsheets/HGIC3513.htm>
- Conner, D.; Davis, M.; Zhang, L. 2001. Poultry-borne pathogens: plant considerations. *In* Poultry meat processing. Ed. A. R. Sams. Boca Ratón, Florida. CRC Press Inc. 137-157 p
- ERS (Economic Research Service) – (USDA) United States Department of Agriculture. 2000. Poultry and eggs: trade (en línea). EE.UU. Consultado 21 Mayo 2001. Disponible en <http://www.ers.usda.gov/briefing/poultry/trade.htm>
- Ellis Coronado, N. 2000. Estudio de mercado, desarrollo y comercialización de un producto cárnico procesado. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 70 p.
- Froning, G.; McKee, S. 2001. Mechanical separation of poultry meat and its use in products. *In* Poultry meat processing. Ed. A. R. Sams. Boca Ratón, Florida. CRC Press Inc. 243-256 p.
- Instituto SAS Inc. 1988. SAS/STAT; TMUser's Guide, Release 6.03 Edition. Cary, N.C. EE.UU.
- Komarik, S.; Tresser, D.; Long, L. 1974. Food products formulary: meats, poultry, fish, shellfish. Westport, CO, EE.UU. The Avi publishing Company, Inc. V.1, 348 p.
- Lawless, H.; Heymann, H. 1998. Sensory evaluation of food. Principles and practices. New York, NY, EE.UU. Ed. International Thomson Publishing. 819 p.
- Maurer, A. 1996. Uses of poultry paste as a meat additive. *In* Memoria del VII simposio centroamericano y del Caribe sobre procesamiento de carnes. San Jose, CR, Instituto tecnológico de Costa Rica. 198 p.

- Meilgaard, M.; Civille, G.; Carr, B.; 1999. Sensory evaluation techniques. 3 ed. Boca Ratón, Florida. CRC Press Inc. 387 p.
- Ministerio de Salud Pública de Honduras. División de Control de Alimentos. Métodos y normas microbiológicas. Tabla #2.
- Roberts, D.; Hooper, W.; Greenwood, M. 1995. Microbiología práctica de los alimentos. Zaragoza, ES. Ed Acribia. 276 p.
- Texas university. 2001. Sausage manufacturing (en línea). EE.UU. Consultado 18 de Octubre 2001. Disponible en: <http://meat.tamu.edu/sausage.html>
- Watts, B.M.; Ylimaki, G.L.; Jeffery, L.E.; Elías, L.G. 1992. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de los alimentos. Ottawa, CAN. Ed. Centro internacional de investigaciones para el desarrollo. 170 p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Encuesta utilizada en la prueba de preferencia de los consumidores.

PRUEBA DE PREFERENCIA	
Nombre: _____	
Fecha: _____	
Producto: _____	
Instrucciones:	
Por favor pruebe los productos en el orden en que se le presentan. Por favor indique, ¿Cuál de los seis productos usted prefiere? Por favor enumérelos del 1 al 7 según su preferencia (1=el que más prefiere).	
458	_____
279	_____
325	_____
244	_____
742	_____
329	_____
187	_____
Comentarios: _____	

Anexo 3. Resultados de las evaluaciones sensoriales realizadas.

TABULACION DE LOS RESULTADOS DE PREFERENCIA

Panelista	Proteína de Soya			Almidón de Papa			Control
	75%	85%	95%	75%	85%	95%	
	Carne de Pollo mecánicamente deshuesada						
	75%	85%	95%	75%	85%	95%	0%
DP	6	1	3	4	7	2	5
EM	5	4	1	2	3	7	6
JM	6	2	4	1	5	3	7
JC	3	2	4	1	5	7	6
LZ	1	6	2	3	4	7	5
FR	2	3	5	1	6	7	4
CR	3	5	1	2	6	4	7
AA	3	7	4	6	1	5	2
AC	3	6	7	1	5	4	2
ZA	3	1	7	2	4	6	5
ZB	1	3	6	4	5	7	2
ZC	5	2	6	1	4	3	7
ZD	4	2	6	7	3	5	1
ZE	3	4	5	1	6	7	2
ZF	2	7	3	1	4	5	6
ZG	2	7	5	1	3	6	4
ZH	6	5	2	1	4	3	7
ZI	1	2	3	7	4	6	5
ZJ	3	5	1	4	7	2	6
ZK	6	5	4	7	3	1	2
ZL	1	3	4	7	5	6	2
ZM	1	3	5	7	2	4	6
ZN	5	6	4	1	3	7	2
ZO	1	2	4	7	3	5	6
ZP	2	4	7	1	3	6	5
ZQ	3	1	2	7	6	4	5
ZR	5	2	1	7	3	6	4
ZS	3	4	1	7	2	5	6
ZT	2	3	4	1	7	6	5
ZU	1	2	3	6	7	4	5
ZV	1	6	2	3	4	7	5