



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

S. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

Departamento de  
Exámenes Profesionales

**EVALUACION DE LA COMPOSICION QUIMICA Y LA  
POSIBLE PRESENCIA DE PROTEINA DE SOYA EN  
SALAMIS COMERCIALES**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO EN ALIMENTOS**

P R E S E N T A N :

**JUPITER DANIEL ARZATE AGUILERA  
MIGUEL ANGEL FLORES ARRIETA**

ASESORES: DRA. SARA ESTHER VALDES MARTINEZ  
M. en C. CAROLINA MORENO RAMOS

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2002

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



Departamento de
Exámenes Profesionales

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Evaluación de la composición química y la posible presencia de proteína de soya en salamis Comerciales"

que presenta el pasante: Júpiter Daniel Arzate Aguilera
con número de cuenta: 9754329-1 para obtener el título de :
Ingeniero en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 23 de Septiembre de 2003

- PRESIDENTE Dra. Sara E. Valdes Martínez
VOCAL I.B.Q. Saturnino Maya Ramírez
SECRETARIO I.A. María de los Angeles Cornejo Villegas
PRIMER SUPLENTE MenC. María del Carmen Valderrama Bravo
SEGUNDO SUPLENTE MenC. Enrique Martínez Manrique

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN



Departamento de  
Exámenes Profesionales

**DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO**  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Evaluación de la composición química y la posible presencia de proteína de soya en salamis Comerciales"

que presenta el pasante: Miguel Angel Flores Arrieta  
con número de cuenta: 9755529-8 para obtener el título de :  
Ingeniero en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

**A T E N T A M E N T E**  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 23 de Septiembre de 2003

PRESIDENTE	Dra. Sara E. Valdes Martínez	
VOCAL	I.B.Q. Saturnino Maya Ramírez	
SECRETARIO	I.A. María de los Angeles Cornejo Villegas	
PRIMER SUPLENTE	MenC. María del Carmen Valderrama Bravo	
SEGUNDO SUPLENTE	MenC. Enrique Martínez Manrique	

# DEDICATORIA

A DIOS, POR SER EL DADOR DE ESA CHISPA SAGRADA A LA QUE YO LLAMO ALMA.

A MARIA DE JESÚS Y ROBERTO, POR QUE SIN SU APOYO INCONDICIONAL, AMOR Y GUÍA,  
MI VIDA HUBIESE SIDO UN NEGRO ABISMO. LOS ADMIRO Y AMO.

A VERÓNICA, POR SER MI HERMANA Y CONFIDENTE, PERO SOBRE TODO, MI MEJOR  
AMIGA.

A SARA VALDES Y CAROLINA MORENO, POR QUE CON SUS CONSEJOS HE LOGRADO  
METAS QUE NO PENSÉ LLEGAR A ALCANZAR. POR SER MAS QUE PROFESORAS,  
ASESORAS Y TUTORAS. GRACIAS AMIGAS MIAS.

MAYRA, ILIANA, SERGIO, JORGE, RAUL ENRIQUE, RAUL MANUEL, CESAR, DAVID Y  
MANUEL, POR QUE DURANTE 10 AÑOS HEMOS SIDO MAS QUE AMIGOS, GRACIAS POR  
COMPARTIR ALEGRÍAS, TRISTEZAS, EXPERIENCIAS Y UNA VIDA JUNTOS. POR QUE  
TODAVÍA TENEMOS UN LARGO CAMINO QUE RECORRER.

MARIANA RAMÍREZ, POR QUE ERES MI ALMA GEMELA. NUNCA CAMBIES.

MIGUEL ANGEL "TAZ" FLORES ARRIETA, ¿QUÉ TE PUEDO DECIR?, POR QUE SOMOS  
AMIGOS Y TE QUIERO COMO NO TIENES UNA IDEA. GRACIAS. EN DEUDA CONTIGO POR  
TODA LA VIDA.

RODOLFO, VICENTE Y VICENTE JR, GRACIAS POR SER MIS ANGELES GUARDIANES. LOS  
RECORDARÉ PARA TODA LA ETERNIDAD. NO SE FUERON, SOLO SE ADELANTARON.

**ANA ROMERO MORTEO**, POR TU AMOR Y EMPUJE Y POR QUE ME DISTE EL REGALO MAS  
PRECIADO EN LA VIDA, **MI MADRE**.

**SOLEDAD ALVARADO**, POR QUE ME DISTE AL MEJOR AMIGO QUE UN HOMBRE PUEDE  
PEDIR, **MI PADRE**.

**FAMILIA ARZATE Y FAMILIA AGUILERA**. POR QUE NO ME PUDO TOCAR FAMILIA MEJOR.  
MIL GRACIAS.

**A MIS PROFESORES**, POR COMPARTIR LA SABIDURIA DE AÑOS, SIN GUARDARSE NADA Y  
NO ESPERAR NADA A CAMBIO. MI GRATITUD Y CARIÑO

POR LO QUE FUE, ES Y SERÁ.

**JUPITER DANIEL**

# DEDICATORIA

EL PRESENTE TRABAJO ESTA DEDICADO A DIOS.

A MIS PADRES; **PATRICIA Y MIGUEL ANGEL.**

A MI ABUELO **ANGEL.**

A MI HERMANO **DARIO.**

A MIS SOBRINOS; **GUSTAVO, YURITZI Y DARIO.**

A MI NOVIA **MARIBEL.**

A MI CUÑADA **EMELIA.**

POR SU AMOR Y APOYO INCONDICIONAL, PUES SON LA BASE DE MI EXISTENCIA Y EL MOTOR QUE ME DA FUERZA PARA LOGRAR PASO A PASO MIS OBJETIVOS, LOS CUALES SON PROPICIADOS Y CUMPLIDOS PENSANDO EN ELLOS.

**MIGUEL ANGEL**

# AGRADECIMIENTOS

A **DIOS**: POR SER TAN BONDADOSO CONMIGO, A PESAR DE MIS ERRORES,  
PERMITIENDOME VIVIR CON SALUD Y DARME LA FUERZA NECESARIA PARA CUMPLIR MIS  
SUEÑOS Y ANHELOS

A MI **MADRE**: POR DARME LA VDA Y HACER DE MI UN HOMBRE DE BIEN, BRINDÁNDOME  
SU AMOR, APOYO Y DEDICACIÓN SIN ESPERAR NADA A CAMBIO, POR ESA FORMA TAN  
LINDA DE GUIARME Y CUIDARME DURANTE MI EXISTENCIA, POR ESO Y MUCHAS COSAS  
MÁS, TE AMO.

A MI **PADRE**: POR GUIARME EN LA VIDA CON SABIDURÍA Y AMOR, BRINDÁNDOME SU  
APOYO, CONSEJOS Y REGAÑOS CUANDO FUE NECESARIO, DESEMPEÑANDO DE LA  
MEJOR MANERA ESA LABOR TAN DIFICIL QUE ES LA DE SER PADRE, POR TODO ESO, TE  
AMO.

A MI **ABUELO**: POR PROPORCIONARME EL APOYO Y LA INFINIDAD DE CONSEJOS QUE  
LA EXPERIENCIA LE HA BRINDADO, SIENDO UNA PIEZA IMPORTANTE, FOMENTANDO LA  
UNIÓN FAMILIAR.

A MI **HERMANO**: POR EL CARÍÑO Y APOYO INCONDICIONAL QUE ME HA BRINDADO, POR  
SER MI AMIGO, MOTIVACION Y EJEMPLO PARA SUPERARME.

A MIS **SOBRINOS**: POR ESTAR A MI LADO, BRINDANDO ALEGRÍA, ESPERANZA Y UNIÓN  
FAMILIAR.

A **MARIBEL**: POR QUERERME COMO ME QUIERE, APOYÁNDOME INCONDICIONALMENTE,  
POR DARME PALABRAS DE ALIENTO, POR PREOCUPARTE POR MI BIENESTAR, POR

REGALARME ESOS MOMENTOS TAN MARAVILLOSOS, ENRIQUECIENDO E ILUMINANDO MI VIDA, Y DÁNDOLE SENTIDO A MI EXISTENCIA, POR SER COMO ERES, MARY, TE AMO.

A **EMELIA**: POR CUIDAR Y QUERER A MI HERMANO, POR DARMER UN CONSEJO Y PALABRAS DE ALIENTO CUANDO LOS NECESITE. GRACIAS

A **JÚPITER**: POR REGALARME SU AMISTAD, FORMANDO UN DUETO MUY PECULIAR CONMIGO DURANTE LA CARRERA, COMPARTIENDO MOMENTOS DE ALEGRIA Y STRESS DURANTE LA MISMA, POR REGALARME CONSEJOS Y APOYO EN MOMENTOS DIFÍCILES Y CONSIDERARME COMO SU COMPAÑERO EN EL MOMENTO MAS IMPORTANTE DENTRO DE SU FORMACIÓN.

A **GABY**, POR REGALARME SU AMISTAD Y BRINDARME UN EJEMPLO DE FORTALEZA, POR QUE HA ESTADO EN MOMENTOS DIFÍCILES DÁNDOME PALABRAS DE ALIENTO Y REGALARME INSTANTES DE SU VIDA SIN ESPERAR RECIBIR MAS QUE MI AMISTAD, POR SER LA HERMANA QUE DIOS NO ME PERMITIÓ TENER.

A **CESAR LÓPEZ**: POR SER UNA PERSONA IMPORTANTE EN MI FORMACIÓN, DÁNDOME CONSEJOS Y PROPICIANDO EN MI LOGROS DE UNA FORMA INCONDICIONAL

A TODOS ELLOS MIL GRACIAS

**MIGUEL ANGEL.**

# AGREDICIMIENTOS ESPECIALES

A **SARA VALDES** Y **CAROLINA MORENO**, SIN SU APOYO NO HUBIESE SIDO POSIBLE LA  
REALIZACIÓN DE ESTA TESIS

A **ALMA** Y **QUIQUISHI**, POR COMPARTIR CON NOSOTROS SUS ALEGRÍAS, TRIUNFOS,  
CONOCIMIENTOS Y SU CORAZÓN. NUNCA LOS OLVIDAREMOS.

A **SERGIO GARCIA**, POR COMPARTIR SU EXPERIENCIA Y TIEMPO. AUN TE DEBEMOS  
MATERIAL DEL LABORATORIO

A **GUSTAVO**, **MICHELLE**, **ALMA**, **ESTEBAN**, **LUIS GERARDO**, **PAOLA**, **LIDIA**, **EL "X"**, **DIANA**  
**BEAS**, **EL "ULI"**, **EL "GORDO"**, **MÓNICA ALMANZA**, **VICTOR**, **LA "CHINA"**, **DENISSE**,  
**VERÓNICA**, **ROXANA**, **EVERARDO**, **EL "LENCHO"**, **ALEJANDRA MEJÍA**, **EDITH**, **ÁNGELES**,  
**JOSÉ ROSARIO**, **ALEJANDRO BAÑOS** Y A TODA LA **GENERACIÓN 21**, LOS MEJORES  
AÑOS DE NUESTRAS VIDAS LOS PASAMOS CON USTEDES. INFINITAS GRACIAS POR SER  
COMO SON, PUES APRENDIMOS MUCHO DE CADA UNO DE USTEDES.

**JÚPITER Y MIGUEL ANGEL**

# ÍNDICE

	Página
Índice General	I
Resumen	IV
Introducción	1
Objetivos	4
1 Antecedentes	5
1.1 Carne	5
1.1.1 Clasificación	5
1.1.2 Composición	7
1.2 Clasificación General de los productos cárnicos	8
1.2.1 Carne de consumo directo	9
1.2.2 Productos procesados	10
1.2.3 Procedimientos básicos de procesado	12
1.2.4 Tipos de tripa empleados en la elaboración de embutidos	14
1.2.4.1 Tripas naturales	15
1.2.4.2 Tripas artificiales	15
1.2.5 Fabricación de embutidos	17
1.2.5.1 Propiedades de los ingredientes	18
1.2.5.2 Salami	21
1.2.5.3 Elaboración de salami	22
1.3 Proteínas	25
1.3.1 Generalidades	25
1.3.2 Clasificación	25
1.3.3 Proteínas de la soya	27
1.3.3.1 Diferentes presentaciones de proteína de soya	29

1.3.3.2	Funcionalidad de la proteína de soya	31
1.3.3.3	Métodos de determinación de proteína	34
1.4	Adulteración	35
1.4.1	Definición de adulterante	35
1.4.2	Definición de aditivo	36
1.4.3	Clasificación de aditivos	37
1.5	Electroforesis	39
1.5.1	Generalidades	39
1.5.2	Principios de la electroforesis	41
1.5.3	Mecanismos de la electroforesis	42
1.5.4	Diferentes tipos de soportes de electroforesis	42
1.5.4.1	Soportes no selectivos	42
1.5.4.2	Soportes selectivos	44
1.5.4.2.1	Gel de poliacrilamida	46
2.	Justificación	49
3.	Desarrollo y experimentación	52
3.1	Cuadro metodológico	52
3.2	Descripción del cuadro metodológico	53
3.3	Materiales y métodos	55
3.3.1	Determinación de cenizas	55
3.3.2	Determinación de proteínas	55
3.3.3	Determinación de humedad	55
3.3.4	Determinación de grasa	55
3.3.5	Extracción proteica	55
3.3.6	Separación electroforética	56
4.	Resultados	60
5.	Análisis y discusión de resultados	71
6.	Conclusiones	78

7. Literatura consultada	80
8. Apéndice 1	84
9. Índice de tablas	89
10. Índice de diagramas	90
11. Índice de figuras	90

## RESUMEN

El presente trabajo muestra una metodología para la detección de proteína de soya en productos cárnicos mediante la aplicación de electroforesis.

Se realizaron análisis químicos proximales para verificar si el contenido de proteínas era el adecuado (15% como mínimo para que cumpliera con la norma, ya que si el contenido de proteína es bajo, este no sería muy representativo en la muestra, por lo que difícilmente se concentraría una adulteración con soya, así mismo era obvio que el producto no fue elaborado correctamente y no cumpliría con los requerimientos de la norma) y así evaluar la calidad de las mismas, a su vez se determinó el contenido de los demás componentes para conocer el estado general de la muestra y verificar si cumplía con los límites establecidos por la norma.

Se obtuvieron bandeos proteicos de carne de res, cerdo y pollo, así como de un aislado proteico de soya mediante la técnica de electroforesis. Se comparó y determinó el péptido característico de la soya que la diferencia de los perfiles de las carnes analizadas; con lo cual, para cualquier producto elaborado a partir de carne de res, cerdo o pollo, podrá ser determinada la presencia de proteína de soya en su elaboración mediante electroforesis si en el análisis del gel la muestra del producto a analizar presenta el péptido correspondiente. Posterior a esto, se realizó un comparativo entre las diferentes muestras de salami y la soya para corroborar la presencia o ausencia del péptido (Se partió de la premisa que el salami es un producto elaborado a partir de las carnes de res y cerdo)

## INTRODUCCIÓN

La alimentación del ser humano está basada en el consumo adecuado de todos los nutrimentos: carbohidratos, proteínas, vitaminas, minerales y fibra; los cuales se encuentran en distintos alimentos, haciéndose necesario el consumir productos de todos los grupos de alimentos en cada comida para obtener una alimentación correcta.

Una de las fuentes principales de proteínas en la dieta del hombre es la carne, siendo las mas comerciales la de pollo, seguidas por la de res y cerdo, por su disponibilidad y precio. En forma fresca, el desarrollo de productos elaborados a partir de carne de res y cerdo se ha intensificado por la necesidad de la sociedad actual de alimentos de rápida preparación, de un tiempo de conservación amplio y el menor costo posible.

El tiempo dedicado para preparar los alimentos ha disminuido radicalmente con el paso de los años, de una comida de 5 pasos con 120 minutos de preparación, hemos pasado a una comida de 2 o 3 pasos máximo con 20 minutos de preparación. El ama de casa quiere alimentar bien a su familia, pero no está dispuesta a esclavizarse en la cocina para lograrlo.

Para cumplir estas necesidades se han desarrollado productos diversos, partiendo en muchos casos de procesos desarrollados en la antigüedad los cuales su principal objetivo era la conservación de la carne, que incluye procesos tales como la desecación, ahumado, salado, encurtido, salmueras, curado.

Estos procedimientos se siguen utilizando y sirven de complemento a los métodos modernos de conservación, tales como la refrigeración, congelación, enlatado, cocimiento, secado, etc..

Las operaciones desarrolladas en la actualidad tienen como principal objetivo la reducción del costo de transformación y por lo tanto del producto final.

Bajo ésta premisa se ha recurrido a la alteración de formulaciones para obtener un producto de bajo precio y una remuneración económica elevada para el fabricante. La alteración de las formulaciones básicas de los productos permite emplear una materia prima de menor valor económico y así obtener un producto de presentación adecuada a un bajo precio.

Como los productos cárnicos se consumen por ser una fuente importante de proteína, es ahí donde los fabricantes concentran la modificación de las formulaciones y donde las normas marcan un contenido mínimo de estas. Para alcanzar el contenido mínimo de proteína marcado por la norma se emplean como principal agente adulterante a la proteína de soja que si bien no es una proteína de baja calidad su costo está muy por debajo del de la carne.

El costo y el porcentaje de proteína que contienen los productos a comparar (Carne de res, cerdo y pollo, así como la proteína de soja) se enlistan en la tabla 1.

**TABLA 1: COSTOS DE Kg. DE CARNE VS. Kg. DE PROTEÍNA DE SOYA Y EL % DE PROTEÍNA EN LA CIUDAD DE MÉXICO EN EL 2003 (COSTO APROXIMADO).**

<b>Materia Prima</b>	<b>Costo x kg (\$)</b>	<b>% Proteína</b>
RES	36.00	18.6
CERDO	38.00	16.7
POLLO	32.00	20.9
SOYA	80.00	90.0

\* FUENTE: AMO V.A.,(1980). "Industria de la carne, salazones38.00 y chasinerías", A.E.D.O.S. Barcelona España. p.23-36 ; SAGARPA.32.00

Como se puede apreciar en la tabla 1, el costo de la proteína cárnica de cualquier especie es mayor que el de la proteína de soja, ya que para igualar la cantidad de proteína ofrecida por la soja se necesita triplicar la cantidad en carne de cualquiera de sus modalidades para obtener el mismo

porcentaje. Esto se traduce en un abuso en la utilización de proteína vegetal para bajar costos y obtener un producto con características similares que uno cárnico.

La mayor parte de los alimentos son analizados de forma general para ver su conformidad con las normas de calidad correspondientes, sin embargo en el caso del contenido de proteína en los embutidos la mayor parte de las técnicas de análisis permiten conocer únicamente la cantidad de proteína en un embutido y no así su calidad y mucho menos el origen de la proteína empleada en su elaboración. Las técnicas comúnmente utilizadas solo reportan el porcentaje de proteína (reportado como % de Nitrógeno x Factor de conversión), lo que no da información sobre el origen de la misma.

La electroforesis en geles de acrilamida - bisacrilamida es una técnica que permite identificar las proteínas presentes en un alimento, la cual será aplicada para analizar salami que es un producto elaborado a partir de carne de res y de cerdo. Por lo anterior, los objetivos del siguiente trabajo son:

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la presencia de proteína no cárnica (proteína de soya), en salami mediante la determinación de perfiles proteicos por electroforesis en geles de poliacrilamida.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

- 1) Obtener la composición química proximal de los salamis de las diferentes marcas que se van a evaluar.
- 2) Identificar los péptidos característicos de la soya que la diferencian de las carnes de res, cerdo y pollo mediante el análisis de patrones electroforéticos.
- 3) Elaboración y análisis electroforético de los salamis de diferentes marcas para determinar la posible presencia de proteína de soya en éstos.

## 1. ANTECEDENTES

### 1.1 CARNE

#### 1.1.1 CLASIFICACIÓN

La carne se define como aquellos tejidos animales que pueden emplearse como alimento. Todos los productos procesados o manufacturados que se preparan de tales tejidos se incluyen en esta definición. Si bien todas las especies animales pueden utilizarse como carne, la mayoría de la consumida por el hombre procede de los animales domésticos y animales acuáticos. (13)

Se conoce como carne al producto que comercialmente es el conjunto de músculos, grasas incluidas, tendones, aponeurosis, etc., tal y como se presenta en trozos anatómicos diferenciados, en cortes o retales, cuando el componente predominante con claridad es el músculo. (14)

La carne, como tal puede subdividirse en diversas categorías generales. La mayor, en término de consumo es la roja. Las carnes rojas son las de vacuno, cerdo y lanar, así como los equinos, cabras, antilopes, llamas, camellos, búfalos y conejos.

La carne de aves es la procedente de la musculatura de las aves domésticas, que comprenden gallinas, pavos, gansos. Los alimentos marinos proceden de la carne de animales acuáticos como peces, mejillones, almejas, langostas, ostras, cangrejos.

La carne de caza es la procedente de animales silvestres o no domesticados, como lo es ardilla, ciervo, serpiente, tlacoache, etc. Aunque la carne se compone de muchos tipos de tejido como los encontrados en nervio, grasa y vasos sanguíneos, su componente más abundante es el músculo. Las propiedades físicas del tejido muscular y de los tejidos conectivos (ligamentos) son de extraordinaria importancia para establecer la utilidad de la carne como alimento.

En la actualidad se han ideado muchos alimentos para fines específicos, y se han realizado intentos por sustituir las proteínas musculares de la carne por otras de fuentes distintas. No obstante es difícil imitar la textura impartidos a la carne por el músculo y otros tejidos animales. Sin embargo, en diversos productos cárnicos la sustitución parcial del músculo por proteínas de otras fuentes contribuye una posibilidad importante de proporcionar aporte proteico a los países pobres <sup>(13)</sup>. El consumo de carne está restringido por el poder adquisitivo de su moneda y de la producción de alimentos que estos tienen. Por ejemplo, en nuestro país la ingesta promedio de carne en general para la de clase media (aproximadamente 30% de la población), es de 2 veces a la semana.

A continuación se enlista en el diagrama 1 la clasificación de la carne por color y origen.

DIAGRAMA 1: CLASIFICACIÓN DE LA CARNE.

C	<u>Roja</u>	Vaca, Cerdo, Oveja, Caballo,
		Cabra, Antílope
A	<u>Blanca</u>	Gallinas, Pavos, Gansos,
		Codornices, Avestruz, Pato
R	<u>Caza</u>	Ardilla, Ciervo, Serpiente,
		Tlacoache, Armadillo, Rata
N	<u>Pescados y</u>	Peces, Mejillones, Almejas, Ostras,
	<u>mariscos</u>	Langostas, Cangrejos

FUENTE: FORREST, C.J., (1979). Fundamentos de la ciencia de la carne. Edit. Acribia, Zaragoza, España. p.p. 14

El contenido graso de la carne está sometido a oscilaciones considerables e influye, por eso, naturalmente, sobre la proporción de los demás principios nutritivos. La presencia más o menos abundante de tejido adiposo depende de un gran número de factores, como son, por ejemplo, la especie animal, la región anatómica, la edad, el sexo, la raza y la alimentación, esto se verá reflejado en el costo de la carne y en la facilidad de obtención de la misma por parte del consumidor. (31)

### 1.1.2 COMPOSICIÓN

La composición básica de la carne varía de entre diferentes tipos, cortes y especies de animales. La carne es fibra estructural muscular unida por tejido conectivo a través de vasos sanguíneos, nervios y células grasosas abundantemente distribuida. La cobertura de la fibra también encierra proteínas solubles en agua y otros compuestos nitrogenados ligados a sales minerales. (36) Así como la proteína juega un papel muy importante en la carne, la grasa también aporta nutrientes importantes en la alimentación (ácidos grasos esenciales), los cuales no pueden ser obtenidos por otro medio.

También cabe mencionar, que la calidad de la carne se mide por la cantidad de grasa que esta presenta en esta, siendo que al presentar mayor cantidad de grasa, menor es la calidad de la carne y por consiguiente su costo. Esto aplica a todas las especies animales que se usan para consumo humano. A continuación se muestra en la Tabla 2 la comparación en las composiciones químicas de las fuentes cárnicas más consumida en México.

**TABLA 2: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS CARNES EN MÉXICO (%)**

<b>Carne</b>	<b>Proteína</b>	<b>Grasa</b>	<b>Humedad</b>	<b>Cenizas</b>
Res	18.6	6.3	71.6	0.456
Cerdo	17.7	7.12	71.5	0.33
Pollo	21.9	4.0	72.4	0.292
Cordero	20.8	8.8	70.1	0.263
Pavo	20.2	2.0	75.2	0.242
Conejo	20.6	3.0	74.6	0.251

FUENTE: BELITZ, H.D.,(1988). Química de los alimentos. Edit. Acribia, Zaragoza, España. p.p. 451,

Como se puede apreciar en la tabla, el porcentaje de proteína es significativo, por lo que los productos elaborados a base de carne deben de presentar un contenido de proteína similar al de la materia prima. También se puede observar que las especies pequeñas aun cuando presentan un mayor contenido de proteína en su composición, el valor económico de éstas es menor que las especies de mayor tamaño. Esto es debido a que un pollo o conejo no requiere de una inversión muy fuerte tanto de tiempo como económica para favorecer su crecimiento, por otro lado su aceptación por parte del consumidor es también menor.

## 1.2 CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS PRODUCTOS CÁRNICOS

El consumo de la carne en general se ha diversificado gracias a la facilidad de intercambio cultural (intercambio gastronómico) entre los diferentes países. La diversidad de estos es muy grande y la única limitante es la habilidad del ser humano para crear nuevos productos aceptables al consumidor.

Existen muchos factores que influyen en la creación de una nueva formulación, los cuales son generalmente; la accesibilidad a la materia prima, la infraestructura necesaria para el desarrollo del producto, las creencias o mas específico, la cultura en la que se desarrolle el producto o tendencias

de consumo, la popularidad que estos nuevos productos desarrollen en la población y su consiguiente creación de hábito de consumo del mismo, y por último, la economía reinante en el lugar donde se produce.

La necesidad de conservarla y dar variabilidad en cuanto a sabores y texturas ha creado una amplia gama de productos, los cuales es difícil de clasificar, pues su proceso varía muy poco, pero presentan características disímiles o análogas. Para fines prácticos, en México se han creado dos grandes ramas en las cuales se divide la industria mexicana de la carne <sup>(42)</sup>:

- 1) ***Carne de consumo directo***
- 2) ***Productos procesados***

#### **1.2.1 CARNE DE CONSUMO DIRECTO**

La carne de consumo directo es aquella que se exhibe en carnicerías y tiendas de autoservicio, que se vende según la pieza que se solicite, además de que a cada pieza se la pueden hacer diversos cortes según petición del cliente, estas se clasifican en <sup>(42)</sup> :

##### **Fresca y congelada**

- a) En cortes o molida de animales de abasto
- b) En pieza de caza y pesca.

##### **Madura**

- a) Cortes o molida de animales de abasto.

## 1.2.2 PRODUCTOS PROCESADOS

Los productos cárnicos procesados se definen como aquellos que se han modificado las propiedades de la carne fresca mediante el empleo de una o más técnicas, tales como picado o trituración, adición de condimentos, modificación del color o tratamiento térmico(13); éstas se clasifican en (42):

- a) **Productos regionales:** Cada lugar de la República Mexicana presenta un preparado cárnico típico que se ha vuelto tradicional y reconocido por esa ciudad o pueblo, como ejemplo se menciona a las carnitas, mixiotes, barbacoa, obispos, ceviches, chilorio, machaca.
- b) **Carnes frías:** Existen dos tipos:
  - a. Los cortes, que incluyen las piezas completas como el tocino, jamones, chuleta ahumada, manitas, cueritos, etc.
  - b. Las pastas, que incluyen toda clase de embutidos y pasteles
    - i. Embutidos crudos: Son aquellos que no son sometidos a un proceso térmico, solo se maduran. Esta maduración se lleva a cabo por un secado artesanalmente colgando el producto al aire, proceso en el cual se desarrollan el sabor, color y el aroma. Pueden consumirse cocinados. Entre estos encontramos al chorizo, longaniza, salami húngaro, salami tipo italiano, entre otros.
    - ii. Embutidos escaldados: Carnes frescas, curadas o sin curar que se han sometido a un escalde suave (sumergiendo en agua a 75°C) o ahumado, antes de su venta, con la finalidad de disminuir la carga bacteriana.

Encontramos en esta clasificación a la mortadela, la salchicha y el salami cocido.

iii. Embutidos cocidos: Estos se someten a una cocción previa al embutido y otra posterior a éste. Sus materias primas son características e incluyen sangre, vísceras y despojos. Aquí tenemos incluidos a los patés, el queso de puerco, la moronga y la morcilla . (42)

c) **Conservas**: Son aquellos productos que se comercializan en salmuera. Entre estos encontramos a las pastas endiabladas, salchicha enlatada, patas y cueritos en escabeche, etc. (42)

Clasificación de productos cárnicos en base a proceso:

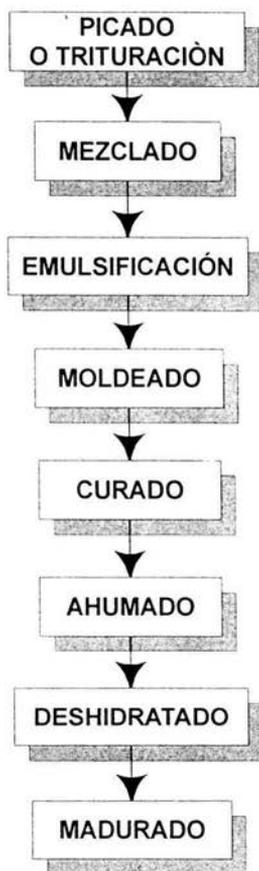
Productos no picados: Entre los productos no picados típicos incluyen los jamones de todas las clases (Tocino, Tocino Canadiense y Corned Beef). La industria cárnica se refiere en general a muchos de estos productos con la denominación de carnes ahumadas, su característica más llamativa es que se preparan a partir de cortes completos e intactos de carne (en algunos casos deshuesados). Estos productos corrientemente se curan, se condimentan, se tratan térmicamente y se ahuman, a menudo, se moldean o se les da forma.

Productos picados: Estos implican la subdivisión de la carne cruda, de forma tal que el producto final está formado por pequeñas porciones de carne, por cubos o dados y por rebanadas. A los productos picados se les conoce como embutidos. (11)

### 1.2.3 PROCEDIMIENTOS BÁSICOS DE PROCESADO

El embutido es un producto comercial que actualmente se ha popularizado en su consumo debido a las múltiples ventajas que presentan para su preparación inmediata, así como su disponibilidad y variedad de presentaciones.

DIAGRAMA 2: PROCESO BÁSICO EN EMBUTIDOS



FUENTE: FORREST C. J., (1979), "Fundamentos de la ciencia de la carne", Acribia, Zaragoza, España.

A continuación se describe el procedimiento básico en embutidos:

**Picado o trituración:** Es el proceso en virtud del cual se reduce el tamaño de la carne. El grado de trituración difiere mucho entre los productos elaborados, esto facilita la integración de los ingredientes para incorporarla a los embutidos, además de que facilita la emulsificación en caso de ser necesaria.

**Mezclado:** La misión del mezclado es asegurar una distribución homogénea de los ingredientes, especialmente de las sales del curado y condimentos, más uniforme que la que podría conseguirse mediante una trituración.

**Emulsificación:** Consiste en la mezcla de dos líquidos inmiscibles, uno de los cuales se dispersa en forma de pequeñas gotitas en el otro. El líquido que forma las gotitas pequeñas se denomina fase dispersa, y aquel en el que están dispersas las gotitas se denomina fase continua. Las emulsiones cárnicas constituyen un sistema de dos fases, la fase dispersa está formada por partículas de grasa sólida o líquida y la continua por agua que contiene disueltas y suspendidas sales y proteínas, por lo tanto, pueden clasificarse como emulsiones oleosas en agua.

**Moldeado:** A la mayoría de los productos cárnicos procesados se les da forma en un determinado punto del proceso para que cada uno presente un aspecto, forma uniforme y característica. En general los productos cárnicos se elaboran en moldes o tripas, generalmente se utilizan moldes metálicos para los productos que se presentan como bloques y quesos, que se cortan en rebanadas en el momento de la venta. Las tripas se utilizan para dar forma y servir de contenedores a los embutidos. El proceso en el cual se introduce en las tripas los productos cárnicos, tanto picados como sin picar se denomina embutido o relleno de la tripa.

**Curado:** El curado de la carne consiste en aplicarle sal, compuesto fijadores del color (nitrosos) y condimentos para impartirle las propiedades especiales que posee el producto final.

La sal inhibe el deterioro de la carne, principalmente por reducir la cantidad de agua disponible para el crecimiento microbiano.

**Ahumado:** Proceso en el que se expone la carne a la acción del humo de madera en algún momento de su elaboración. Tienen como fin secar la carne sobre fuegos de madera, su principal acción es el desarrollo de aromas específicos y el mejorar el aspecto de la carne, aunque de todos modos ejerce una acción conservadora.

**Deshidratación:** Tiene como objeto fundamental la conservación de la carne. La desecación puede alcanzarse mediante liofilización o por aplicación de calor. La desecación tiene lugar simultáneamente con la siguiente fase de procesado, la maduración.

**Maduración:** Este proceso implica el conservar el producto durante diversos periodos de tiempo, bajo condiciones controladas de temperatura y humedad. Son variados los fines que persigue la maduración, entre otros:

- 1) Desarrollo del aroma.
- 2) Cambios de textura.
- 3) Completar las diversas reacciones del curado.
- 4) La desecación y endurecimiento del producto. (13, 18)

#### 1.2.4 TIPOS DE TRIPAS EMPLEADAS EN LA ELABORACIÓN DE EMBUTIDOS

En la producción de alimentos cárnicos procesados, la forma de presentar los productos es un factor que juega un papel muy importante en la aceptación de este. Con el transcurso del tiempo se ha acostumbrado al consumidor a diferenciar estos productos por la forma característica que estos presentan y las características sensoriales de estos. En este punto, las tripas juegan un papel muy importante para la aceptación y rentabilidad del producto. En un inicio, las tripas de

origen natural eran el recurso mas utilizado para la elaboración de embutidos, pues daban la presentación adecuada, además de ser rentable para la producción a nivel artesanal.

En la actualidad, la industria cárnica se ha visto en la necesidad de satisfacer las demandas de consumo de la población, con lo que se hace indispensable el desarrollo de envoltorios de origen artificial, que a diferencia de los naturales, son rentables, tienen una mayor disponibilidad, inocuos para el consumidor, y proporcionan al producto características adicionales como una mayor vida de anaquel, mejor conservación de las características sensoriales, permeabilidad y manejo de la tripa.

(13)

#### 1.2.4.1 TRIPAS NATURALES

Derivan casi exclusivamente del tracto gastroentérico del cerdo, vacunos y ovejas. Las tripas son muy permeables a la humedad y al humo. Una de sus características más importante es que se encogen y se adaptan a la superficie del embutido, con el que permanecen en íntimo contacto a medida que se pierde humedad. Por lo tanto, se emplean mucho en la elaboración de embutidos secos. La mayoría de las tripas naturales son digeribles y pueden consumirse. (13, 10)

#### 1.2.4.2 TRIPAS ARTIFICIALES

Se dispone de 4 tipos de tripas elaboradas industrialmente: (13, 10)

- 1) **Celulosa:** Se prepara a partir de borra de algodón. Su ventaja estriba en su fácil empleo, en la variedad de tamaños que se dispone, en la uniformidad de su diámetro, en su mayor fuerza y en poseer cargas microbianas escasas. Se utilizan para embutidos grandes (Mortadela).

- 2) **Colágeno no comestible:** Se elaboran a partir del colágeno extraído de la piel y de los cueros, reúnen las ventajas tanto de las tripas de celulosa como de las naturales, especialmente su fuerza, uniformidad y características de retracción.
  
- 3) **Colágeno comestible:** Se elaboran a partir del colágeno extraído de la piel y de los cueros, se emplean en la elaboración de embutido fresco de cerdo y de salchichas. Sus características físicas son muy uniformes y tienen mayor fuerza que las tripas naturales.
  
- 4) **Plástico:** Son impermeables al humo y a la humedad. Por lo tanto se utilizan en productos que no han sido ahumados, o con productos que se han tratado térmicamente en agua caliente.

A continuación se enlista en la tabla 3 los tipos de tripas empleadas en la fabricación de embutidos.

TABLA 3: DIFERENTES TIPOS DE TRIPAS USADOS EN LA INDUSTRIA CÁRNICA

Tipo	Origen	Ventaja
Celulosa	Vegetal	Fácil empleo Varios tamaños Uniformidad de diámetros Mayor fuerza Carga microbiana escasas
Colágeno no comestible	Animal	Fuerza Uniformidad características de retracción Mayor fuerza que las tripas naturales
Colágeno comestible	Animal	Impermeable
Plástico	Artificial	Resistente

FUENTE: FORREST, C.J., (1979). Fundamentos de la ciencia de la carne. Edit. Acribia, Zaragoza, España. p.p. 164.

### 1.2.5 FABRICACIÓN DE EMBUTIDOS

El embutido es por lo general, una mezcla de carne y tocino picados, con adición de sal común, sustancias curantes, azúcar, condimentos y algunos aditivos y productos coadyuvantes para el curado, todo ello introducido a manera de relleno en tripa natural o artificial. Una vez efectuado el relleno, experimentan un proceso de maduración o fermentación, acompañado o no de ahumado.

(11, 39)

A esto sigue una etapa de duración variable de postmaduración o desecación (que va de los 15 días hasta los 2 meses). Durante la maduración se enrojece la masa embutida y el producto total

adopta el color rojo típico de los productos. Simultáneamente tiene lugar la aglutinación de las partículas de carne y tocino, al principio sueltas, hasta formar un agregado compacto, con lo cual el embutido adquiere la textura y calidad de corte necesarias.

En esta fase de postmaduración y desecación se genera el aroma típico de cada clase de embutido (aromatización) y el producto va ganando consistencia paulatinamente.

#### 1.2.5.1 PROPIEDADES DE LOS INGREDIENTES

Los embutidos están compuestos de diversos ingredientes como carne, mezclas de curado, especias, ligantes, sustancias de relleno y agua. Cada ingrediente constituyente de la formulación proporciona al producto una funcionalidad específica que le dan al producto final una característica en particular. La primera misión de una fórmula es la obtención de productos de aspecto, composición, sabor y propiedades físicas uniformes en cada día, en cada semana y en cada mes. Así como los componentes cárnicos varían en su composición, color y propiedades químicas y físicas, las especias en pureza y fuerza. La cantidad de ligantes y sustancias de relleno que pueden incluirse en el producto están limitadas por las Normas de inspección cárnica, lo mismo que su contenido en agua y grasa. Debe alcanzarse con una fórmula la obtención de un producto que cumpla las normas de calidad preestablecidas con el menor costo posible de materia prima. Debido a las fluctuaciones en el precio de los distintos ingredientes, a menudo es aconsejable económicamente el sustituir un componente por otro. En el establecimiento de fórmulas debe determinarse el grado de sustituciones posibles y cuándo es el mejor momento de hacerlas en términos económicos. A continuación se presentan los ingredientes utilizados en la elaboración de salamis en general. (13, 39)

**COMPONENTES CÁRNICOS:** Los tejidos animales varían mucho en su contenido de humedad, proteína y grasa, en su pigmentación y en la capacidad de ligar agua y grasa. Se debe conocer las propiedades y la composición de los tejidos cárnicos disponibles para llegar a una

formulación correcta. No todos los embutidos contienen despojos, pero los que los pesen tienen un valor nutritivo equivalente y a veces, superior a los que solo se componen de carne esquelética. El empleo de despojos reduce los costos de la fórmula y de los productos terminados en comparación con los que se componen únicamente de carne muscular. La carne que contiene mucha grasa, mucho tejido conectivo, o una gran porción de musculatura lisa tiene poco poder ligante. El colágeno, proteína del tejido conectivo, contribuye a ligar agua durante la mezcla o emulsión para embutidos, sin embargo durante el tratamiento térmico el colágeno se encoge y gelatiniza parcialmente. El colágeno gelatinizado, tiene una buena capacidad de ligar agua pero le falta poder de emulsificar grasa. Las proteínas procedentes de los componentes cárnicos son responsables de la ligazón de agua y de la emulsificación de la grasa. (13, 46)

**GRASA DE CERDO:** El contenido graso influye en la blandura y la jugosidad de los embutidos en general. El contenido lipídico de la carne depende del tipo de pieza o corte y también de la calidad del canal. Las grasas de origen animal se distinguen exteriormente por su consistencia, olor, color y sabor; la calidad de las grasas reflejada en el valor de la consistencia, propiedades físicas y químicas depende de la especie, raza, dieta y estado general de los animales. La grasa de cerdo es más aceptada comercializada con respecto al sebo del bovino por parte del público consumidor. Las grasas utilizadas en las emulsiones cárnicas sufren alteraciones como la pérdida de su calidad y valor nutricional, manifestándose en los cambios de coloración, olor y sabor. Siendo la posible causa, la alteración microbiana, la influencia de oxígeno, luz, calor o restos metálicos. (13, 46)

**AGUA O HIELO:** La humedad supone del 45 al 60% del peso final de los productos cárnicos procesados. La mayoría de la humedad procede de la carne magra; sin embargo el fabricante adiciona agua a muchos productos como parte de su receta. Existen varias razones para adicionar agua o hielo: muchos productos se desecarían y carecerían de palatabilidad si en el producto final no hubiera más agua que la contenida en la misma carne. El agua adicional mejora la blandura y la jugosidad. La humedad adicionada como hielo, también ayuda a mantener baja la

temperatura del producto durante su emulsificación. El agua es el ingrediente menos caro, y es el componente más abundante en el producto terminado. Su adición a los productos cárnicos es restringida por regulaciones; se debe tener especial cuidado con el agua que se utiliza, debido a que ciertos tipos de agua contienen minerales que pueden reducir la estabilidad de la emulsión en algunos productos y acelerar la rancidez de las grasas presentes en ellos. El agua sirve también como medio de transporte para la distribución de los ingredientes. La humedad que se añade a las fórmulas de las salchichas, sirve para reemplazar la que se pierde en las operaciones de procesado subsiguiente, sobre todo durante el tratamiento térmico. Por lo tanto, mediante la adición de agua puede mejorarse el rendimiento del producto final. La cantidad de agua o hielo que se le adicione a las salchichas durante el procesado dependerá de la composición y propiedades de la materia prima, de las pérdidas que se esperan durante todas las fases del proceso y del nivel de humedad deseado en el producto final. Por último si se le adiciona una cantidad de agua superior a la de la misma carne y el peso del producto final es mayor que el del fresco debe señalarse en su etiqueta "agua añadida". La principal función del agua como ingrediente es solubilizar todos los demás ingredientes secos y solubilizar las proteínas. (13, 46)

**CONDIMENTOS O ESPECIAS:** Se pueden clasificar como aditivos, sin embargo debido a que utilizan una gran variedad de éstos se prefirió analizar sus propiedades por separado. Las especias son sustancias aromáticas de origen vegetal. Se pueden extraer de las diferentes partes de las plantas, raíces, tallo, corteza, hojas, flores, frutos y semillas, otorgando al alimento su sabor y aroma característico, ejerciendo actividad bacteriostática operando sobre los sistemas óxido reductores de las células bacterianas; así como también para las levaduras y mohos; sin embargo en ocasiones las especias pueden llevar una gran cantidad de bacterias, lo que acortará la vida de almacén de los productos elaborados. La sal y la pimienta constituyen la base de las fórmulas aromatizantes; entre otros aromatizantes deben citarse las especias, hierbas, hortalizas, edulcorantes y otros ingredientes tales como el glutamato monosódico que contribuye a resaltar el aroma. Los aromatizantes procedentes de vegetales bulbosos son la cebolla y el ajo. Todos son naturales y varían mucho en aroma, fuerza y calidad, debido a variaciones climáticas durante su desarrollo, a la fertilidad del suelo en el que crecieron y a las condiciones en que se almacenaron.

Estos aromatizantes naturales pueden utilizarse enteros, pero generalmente se emplean procesados de alguna forma, bien molidos o como aceites esenciales y oleorresinas. Los extractivos, aceites esenciales y oleorresinas, tienen ciertas ventajas sobre las especias molidas, porque carecen de contaminación microbiana y son invisibles en el producto cárnico terminado, generalmente para su incorporación a la carne se combinan con un excipiente (sal o dextrosa). Los edulcorantes más empleados en la industria cárnica son la sacarosa, la dextrosa, el jarabe de maíz o de extracto y la lactosa. La lactosa tiene muy poco poder edulcorante, se adiciona a los embutidos únicamente cuando en su fórmula no se incluye leche descremada en polvo. (16, 27)

Las especias, se comportan en ocasiones, como antioxidantes de la grasa, tomando el oxígeno de la grasa. Los ingredientes emulsificantes de los embutidos se derivan de proteínas solubilizadas que provienen de la soya, de la leche, cereales y nueces molidas. (34, 46)

**OTROS INGREDIENTES:** Se incluyen aditivos como ingredientes adicionales en embutidos debido a que: el empleo del nitrito y del nitrato para el desarrollo del color de la carne curada, así como el del ascorbato y eritorbato como agente reductor para poder acelerar el desarrollo del color. Los fosfatos alcalinos aumentan la capacidad de retención de agua de la carne, es menor la pérdida de humedad durante el cocinado, aumenta la blandura y la jugosidad del producto curado, mejora también la aceptabilidad del color, su uniformidad y estabilidad, ofrecen protección frente al pardeamiento durante el almacenamiento y actúan sinérgicamente con los ascorbatos para proteger las carnes curadas frente a la rancidez. (13, 46,6)

### **1.2.5.2 SALAMI**

Se considera como un salami al embutido crudo elaborado de la mezcla de carne magra y de tocino de cerdo, picada en trozos, adicionada de especias y condimentos. Como envoltura se utilizan tripas naturales como el esófago y la vejiga del bovino y artificiales, formando cuerpos cilíndricos.

El embutido se somete a la desecación, la maduración y eventualmente el ahumado. Existen dos clases principales de salami, el tipo italiano, que no es ahumado y el tipo húngaro, que si es ahumado.

### **1.2.5.3 ELABORACIÓN DE SALAMI**

El salami es un producto de Italia del cual se ha difundido su consumo y elaboración en México en los últimos años, país en donde se ha desarrollado a gran escala el consumo de productos cárnicos de rápida preparación, cumpliendo el salami con las expectativas del consumidor. A continuación se presenta el Diagrama 3 para la elaboración de salami.

DIAGRAMA 3: PROCESO DE ELABORACIÓN DE SALAMI



FUENTE: SECOFI, MANUALES PARA LA EDUCACIÓN AGROPECUARIA. (1982). Elaboración de productos cárnicos. Edit. Trillas, México. p.p. 54.

A continuación se describe el diagrama de bloques:

- 1) La carne para la elaboración de salami se refrigera de 3 a 6 °C.
- 2) La carne es troceada en fragmentos de 5 a 10 cm a 15 °C y separada de los tendones.
- 3) La carne se muele en un molino manual con disco con orificios de 8mm de diámetro.
- 4) Se añaden los condimentos a la masa.
- 5) La masa se mezcla bien para facilitar el ligado.
- 6) Se forman pelotas que se comprimen bien para sacar el aire englobado.
- 7) Se llena la tripa a todo su volumen.
- 8) El extremo que había quedado abierto se amarra y se ata el salami, apretándolo.
- 9) Los salamis se amarran a las perchas del cuarto de rezumado, que tiene una temperatura de 22 a 24 °C y una humedad del 80 al 90%. Luego, son agujerados para favorecer el madurado. Después de 24 a 36 horas, la superficie externa estará seca.

10) Después del madurado, los salamis deben ser madurados 2 o 3 meses a una temperatura de 5°C y en ambiente seco con una humedad de 60 a 70%. (43)

#### ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO TERMINADO.

Este producto debe cumplir con las especificaciones de la Tabla 4, contenidas en la NMX-F-142-1970. (41)

TABLA 4: ESPECIFICACIONES DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL SALAMI SEGÚN LA NMX-F-142-1970

Especificaciones	Mínimo	Máximo
Humedad	-----	60.00
Grasa	-----	85.00
Proteína	15.00	-----
Nitritos	-----	200 ppm

Fuente: NMX-F-142-1970

#### Microbiológicas (41)

El Salami Cocido debe estar exento de microorganismos patógenos, siendo el número de colonias de hongos y levaduras por gramo no mayor de 20.

#### Organolépticas (41)

**Color:** El color interior del producto es el característico.

**Olor:** Debe ser agradable, no debe presentar signos de rancidez o algún olor extraño.

**Sabor:** Debe ser agradable y no debe tener ningún sabor extraño al producto.

**Aspecto:** El aspecto exterior del producto es el característico y no debe presentar defectos.

## 1.3 PROTEÍNAS

### 1.3.1 GENERALIDADES

Las proteínas son macromoléculas complejas que pueden constituir el 50% o más del peso seco de las células vivas y tienen un papel fundamental en su estructura y función. Ya se han aislado y purificado numerosas proteínas; su masa molar varía de unos 5000 a varios millones de Daltons.

Estos biopolímeros están constituidos de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y la mayoría de las veces de azufre. Así mismo algunas proteínas contienen hierro, cobre, fósforo o zinc. Para la mayoría de las proteínas, los aminoácidos constituyentes pertenecen a un grupo restringido de 20 aminoácidos diferentes, que están enlazados los unos con los otros por enlaces amida sustituida, llamados enlaces péptidos.<sup>(21)</sup>

### 1.3.2 CLASIFICACION DE LAS PROTEINAS

Las proteínas pueden clasificarse en 2 grupos; las homoproteínas, que contienen únicamente aminoácidos y las hemoproteínas, que están formadas por aminoácidos y diversos compuestos no proteicos, estas se dividen en:

- Nucleoproteínas (Nucleótidos mas proteínas)
- Lipoproteínas (Grasa mas proteínas)
- Glicoproteínas (Carbohidratos mas proteínas)
- Fosfoproteínas (Fosfatos mas proteínas)
- Hemoproteínas (Grupo Hemo mas proteínas)
- Metaloproteínas (Metales mas proteínas)

Cada proteína está caracterizada por su conformación, es decir por su organización tridimensional.

- Estructura primaria: secuencia lineal de los aminoácidos en una proteína
- Estructura secundaria y terciaria: se refiere a la organización tridimensional de la cadena polipeptídica.
- La estructura cuaternaria corresponde a la distribución geométrica (el acomodo de las moléculas en el espacio) entre las diversas cadenas polipeptídicas unidas entre si.

Las proteínas poseen una extraordinaria diversidad de funciones y pueden clasificarse arbitrariamente en 3 categorías principalmente, Estructura, Biológicas y Alimentarias:

**Estructura:** Están presentes en todos los tejidos, tales como el músculo, huesos, piel, órganos internos, membranas celulares, etc.

**Biológicas:** Tienen un papel activo en todos los procesos biológicos como las enzimas, hormonas, contráctiles de transporte, proteínas de reserva, así como proteínas tóxicas (toxinas o venenos)

**Alimentarias:** Son principalmente aquellas que resultan sabrosas, digestibles, no tóxicas y económicamente utilizables por el hombre. (10)

### **1.3.3 PROTEÍNA DE SOYA**

#### **BREVE HISTORIA**

Originaria de Asia, la soya (*Glycine max.*), ha sido empleado como alimento básico en China por más de 4,000 años. Ya en el año de 2838 A.C. el rey Chan Nonag de China, describió a la soya, en un tratado de medicina, como alimento valioso para el mantenimiento de la salud de la población oriental. La soya fue introducida a Europa por el botánico alemán Engelbert Kaemfer. Aún cuando la soya ingresó en 1904 a Estados Unidos, importada de Manchuria, el primer procesamiento para el aprovechamiento comercial de la soya en este país se llevó a cabo en 1911.

En un principio el cultivo de la soya en los Estados Unidos era limitado, y fue hasta 1924 que el departamento de agricultura de los Estados Unidos empezó a llevar registros de las cosechas. En 1904 el investigador George Washington Carver, realizó los primeros estudios sobre la soya dando las bases para identificarla como una valiosa oleaginosa abundante en proteínas de buena calidad.

#### **IMPORTANCIA DE LA SOYA**

La soya, (*glicina max*) es originaria de oriente, más específico de países como China y Japón, en donde su forma de semilla, es usada ampliamente, es así como occidente, al ver el uso masivo de este producto, empezó a realizar estudios comparativos con otros alimentos, y se descubrió que la soya contiene los siguientes aminoácidos. El porcentaje de aminoácidos presentes en la proteína de soya se refieren en la tabla 5.

**TABLA 5. PORCENTAJE DE AMINOÁCIDOS PRESENTES EN LA PROTEÍNA DE SOYA**

Aminoácido	g. de aa/100 g. Prot.	Aminoácido	g. de aa/100 g. Prot.
Alanina	4.3	Metionina	1.3
Arginina	7.6	* Fenilalanina	5.2
Ac. Aspártico	11.6	Prolina	5.1
Cisteína	1.3	Serina	5.2
Ac. Glutámico	19.1	*Treonina	3.8
Glicina	4.2	*Triptófano	1.3
* Histidina	2.6	Tirosina	3.8
* Isoleucina	4.9	* Valina	5.0
*Leucina	8.2		
* Lisina	6.3		

\* Aminoácidos esenciales.

FUENTE: *supra* 595 PROTEIN TECHNOLOGY INTERNATIONAL.

Su fuerte valor nutritivo, hacía factible la utilización de la semilla para la alimentación, pero ésta se vio frenada por su sabor amargo predominante, el cual no gustaba a los consumidores, es por esto que al transcurrir de los años, se trató de obtener subproductos de la soya, lográndose quitar el mal sabor de la soya manteniendo sus propiedades nutricionales y lograr aislar la proteína de soya, la cual ha tenido un amplio uso en la era moderna.

El aceite y las proteínas almacenados en los cotiledones de la semilla de soya, son los elementos de mayor interés nutricional e industrial. La semilla madura de soya tiene una cantidad mayor de proteínas que las contenidas en otras leguminosas y cuatro veces más de la que tienen los cereales. La soya, a diferencia de otros vegetales, proporciona proteínas de calidad biológica semejante a la encontrada en las proteínas de origen animal (carne, leche, pescado y huevos). El aceite de soya es importante para la nutrición humana por ser excelente fuente de energía que casi no tiene grasas saturadas ni colesterol. Además, es abundante en ácidos linoleico y linolénico,

considerados indispensables en la nutrición humana. Contiene también lecitina, vitaminas A y E, además de ser buen vehículo de vitaminas liposolubles.

### 1.3.3.1 DIFERENTES PRESENTACIONES DE PROTEÍNA DE SOYA

Existen tres tipos generales de productos de proteína de soya. De acuerdo a su contenido proteico se clasifican de la siguiente manera:

**HARINAS Y SÉMOLAS DE SOYA:** Son productos que contienen entre 40 y 50% de proteína. Se elaboran a partir de hojuelas desgrasadas las que pasan a un molino de rodillos, para transformarse en harina o sémola de soya. Las harinas y sémolas difieren únicamente por el tamaño de partícula. La harina es una partícula fina la cual pasa por la malla número 100 durante el tamizado, las sémolas son de mayor tamaño que las de harina y no pasan por la malla 100.

**CONCENTRADO DE PROTEÍNA DE SOYA:** Se obtiene a partir de hojuelas de soya desgrasadas, que son sometidas posteriormente a un proceso de lavado que elimina la mayor parte de los constituyentes no proteicos (azúcares solubles). Contiene un mínimo de proteína del 70% en base seca. Se encuentran disponibles en diferente tamaño de partícula.

**AISLADO DE PROTEÍNA DE SOYA:** Es la principal fracción proteica de la soya. Se obtiene al procesar las hojuelas de soya desgrasadas eliminando de éstas los demás componentes no proteicos. Es el producto más refinado de soya con un contenido mínimo de proteína del 90% en base seca.

A continuación se muestra en la tabla 6 la composición de las diferentes presentaciones comerciales de proteína de soya antes mencionadas.

TABLA 6: COMPOSICIÓN DE PRODUCTOS DE SOYA (100 g.)

Nutriente (g)	Harina de soya integral tostada	Harina de soya desgrasada	Concentrado de proteína de soya	Aislado de proteína de soya
Proteína	38.1	51.5	63.6	88.3
Lípidos	21.9	<1.0	0.5	3.4
CHOS	30.4	33.9	25.4	0.0
Fibra cruda	2.2	4.3	3.8	0.3
Agua	3.8	7.3	5.8	5.0
Cenizas	5.9	6.2	4.7	3.6
Minerales(mg)				
Calcio	188.0	241.0	363.0	178.0
Hierro	5.8	9.2	10.8	14.5
Magnesio	369.0	290.0	315.0	39.0
Fósforo	476.0	674.0	839.0	776.0
Zinc	3.6	2.5	4.4	4.0
Vitaminas(mg)				
Tiamina	0.41	0.70	0.32	0.18
Riboflavina	0.94	0.25	0.14	0.10
Niacina	3.29	2.6	0.72	1.44
Vit. B-6	0.35	0.57	0.13	N.R.
Ácido fólico	0.23	0.31	0.34	0.18

FUENTE: United States Department of Agriculture. Composition of Foods, Washington D.C. USDA Handbook 8-16,

1986

La producción anual de soya en el mundo se refiere en la tabla 7.

**TABLA 7: PRODUCCIÓN ANUAL DE SOYA EN MÉXICO Y OTROS PAISES DEL MUNDO**

País	Producción (Ton. Métricas)
Estados Unidos	41.4
Brasil	9.7
China (comunista)	7.2
CEI	0.8
México	0.6
Otros	3.3
TOTAL	63.0

FUENTE: Asociación Americana de Soya "PROTEINAS COMESTIBLES DE LA SOYA Y SUS USOS" Seminario sobre suplementación con proteína de soya, Jamaica "Bureau of Standards" Kingston, Jamaica, 1997.

### 1.3.3.2 FUNCIONALIDAD DE LA PROTEINA DE SOYA

La funcionalidad de la proteína obedece a la estructura de la molécula. Por ejemplo, la presencia de grupos lipofílicos e hidrofílicos, dentro de la misma cadena de polímero, facilita la unión de la proteína con la grasa y el agua. Esto da como resultado, la formación de emulsiones estables en agua y aceite, cuando una dispersión de proteína se mezcla con aceite. La multiplicidad de los grupos unidos a la cadena de polímero de la proteína, como pueden ser: lipofílicos polares, no polares y de cargas positivas y negativas, permite a las proteínas de soya unirse a muy diversos tipos de compuestos, gracias a ello, las proteínas pueden adherirse a partículas solas y actuar así como aglutinante o bien, cuando están presentes en una solución pueden actuar como agente dispersante o suspensor, así pues, la única diferencia que existe estriba en un cambio en la accesibilidad de los grupos reactivos.<sup>(3)</sup>

Los derivados de la soya (harina, concentrados y aislados) tienen una composición definida por lo que actúan de distintas maneras en relación con su funcionalidad como emulsionante, hidratante, gelificante, espumante, etc.; el contenido proteico es particularmente importante para desarrollar

éstas características, aunque también pueden influir otros constituyentes; por ejemplo, una harina absorbe mayor cantidad de agua que los concentrados y que los aislados debido a la presencia de hidratos de carbono.

Se utilizan en la industria de la carne para elaborar embutidos, salchichas, hamburguesas, etc., ya que ayudan a formar emulsiones estables pues cuando gelifican producen una estructura tridimensional. Controlan la absorción de agua en pastas del tipo de los macarrones, en dulces y en productos de confitería en general. Dado que producen espumas, se pueden utilizar como sustitutos de la clara de huevo en la industria de los helados y de los dulces. Además, la soya y sus derivados se emplean para controlar y producir la textura de diversos alimentos gracias a sus propiedades de gelificación, elasticidad y producción de fibras. (4)

A continuación se presentan en la tabla 8 las propiedades funcionales de la proteína de soya y su aplicación en la industria alimentaria.

**TABLA 8: PROPIEDADES FUNCIONALES DE LA PROTEÍNA DE LA SOYA Y SU APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.**

Propiedad funcional	Sistema utilizado
Emulsificación	Salchichas, embutidos, salami, panes, pasteles y sopas
Formación	Productos batidos como crema chantilly, postres
Estabilización	congelados, embutidos en general
Absorción de grasa	Salchichas, embutidos y hamburguesas
Promoción	Donas y bollos
Prevención	
Absorción de agua	Pasteles, panes y pastas
Absorción	Pan y pasteles
Retención	
Textura	
Viscosidad	Sopas y salsas
Gelificación	Sustitutos de carne molida
Formación de fibras	Sustitutos de carne
Formación de masas	Productos de panificación
Formación de películas	Salchicha y salami
Adhesión	Embutidos, carnes frías y productos cárnicos
Cohesión	Productos horneados y sustitutos de carne
Elasticidad	Productos horneados y sustitutos de carne
Control del color	Pan y derivados
Blanqueador	
Aereación	Productos batidos y confituras

FUENTE: Badui D. S., (1986). "Química de los alimentos". Alambra. México D.F. p.p. 629.

### 1.3.3.3 MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA

Cuando el empleo de sustancias como la proteína de soja y otras se da con el fin de disfrazar alguna anomalía dentro del proceso de elaboración de un alimento, podemos referirlo con el término de adulterantes. Existe una gran variedad de métodos analíticos que han sido empleados para la detección del tipo de adulterantes. Algunos son más eficaces pero otros son más sencillos y fáciles de realizar e implementar. Entre los métodos más utilizados para la evaluación de adulterantes se tienen 5 categorías fundamentales: (9, 19, 33, 36, 7)

- a) **Microscopía:** Generalmente empleado para la determinación de soja en productos que tienen un alto contenido de la misma, y esta es identificada generalmente por la forma típica de células empalizadas y células en forma de vidrio de reloj. Para tener una mayor resolución en este método se puede recurrir al empleo de la luz polarizada o toluidina azul
- b) **Serología:** Los métodos **serológicos** dependen de la alta interacción específica entre un antígeno, el cual es específico a una proteína y anticuerpo presentes en un antisuero obtenido por un antígeno de un animal experimental. Todos los métodos dependen de la reacción específica del antígeno y el anticuerpo para formar un compuesto complejo e insoluble
- c) **Electroforesis:** La electroforesis está basada en el principio de que un ión cargado o grupo puede migrar hacia uno de los electrodos cuando se coloca en un campo eléctrico. En la electroforesis las muestras de las proteínas son separadas en sus componentes de acuerdo a la carga y peso molecular de cada tipo de moléculas presentes, esto debido a las propiedades bipolares que presentan los aminoácidos constituyentes de las proteínas y su facilidad para cambiar de carga según el medio en el que se encuentren. (9, 7)
- d) **Análisis de aminoácidos – péptidos:** En este tipo de análisis, se hace una secuenciación de los aminoácidos presentes en las proteínas para determinar su origen.
- e) **Métodos indirectos.** (9)

## 1.4 ADULTERACIÓN

Debido al amplio consumo del salami en la actualidad los productores de éste han tratado de satisfacer las necesidades de la población y emplear materias primas de menor calidad con el fin de obtener mayores ganancias, por lo que es posible hayan recurrido al empleo de sustancias como proteína de soya, permitiendo (además de proporcionar algunas funciones que mejoran la apariencia del producto tales como consistencia, propiedades de emulsificación, etc.) sustituir el empleo parcial de carne magra obteniendo un producto de características similares al que se obtendría con el empleo de carne al 100%, a un costo menor. (29)

### 1.4.1 DEFINICIÓN DE ADULTERANTE

A continuación se definen algunos términos para diferenciar a las sustancias que se emplean en la elaboración de un alimento de acuerdo al fin con el que fueron adicionadas y las repercusiones que trae en el producto final para el consumidor.

**ADULTERACIÓN:** Es la adición de sustancias químicas (naturales o artificiales) ajenas al producto que cambian o modifican la composición del alimento. (29)

**ALTERACIÓN:** La acción de los microorganismos en la carne provoca diversas modificaciones en la carne de las cuales algunas no son perjudiciales e incluso son favorables, pero la mayoría altera la carne. La alteración equivale a la descomposición y putrefacción. (6)

La alteración de la carne no solo se debe a la acción microbiana, sino también a factores tales como insectos y reacciones enzimáticas intrínsecas y oxidativas. (25)

Un alimento se considera adulterado si:

- Contiene alguna sustancia venenosa o artificial.
- Consiste en su total o en parte de alguna sustancia pútrida o descompuesta.
- Ha sido preparado, empacado o manipulado en condiciones no sanitarias.
- Algún constituyente valioso ha sido en su totalidad o en parte omitido o sustraído de el, aun cuando el daño haya sido cubierto de alguna manera.
- Alguna sustancia ha sido añadida al alimento mezclado o envasado con eso o se reduce su calidad o resistencia, o lo hace parecer mejor o de mayor valor que por si mismo. (36)

#### 1.4.2 ADITIVOS

##### DEFINICIÓN DE ADITIVO EN EL CUADRO DEL CODEX ALIMENTARIUS:

Se entiende por aditivo alimentario toda sustancia que no se consume normalmente, aunque tenga un carácter alimenticio y que no sea usada normalmente como ingrediente característico de un alimento; tenga o no tenga valor nutritivo, se añade intencionalmente a un alimento con algún propósito tecnológico u organoléptico, en cualquier fase de la fabricación, de la transformación, del tratamiento, del acondicionamiento, del envasado, del transporte o del almacenamiento del referido alimento y que afecte (directa o indirectamente) su incorporación o la de sus derivados en el alimento o pueda afectar de otra manera las características de dicho alimento. La expresión no se aplica ni a los contaminantes ni a las sustancias añadidas a los alimentos con el objeto de mantener o mejorar sus propiedades nutritivas. (29)

Otras definiciones de aditivos son: todas aquellas sustancias que son agregadas voluntariamente y en escasa cantidad a los alimentos, y se encuentran en el alimento en las condiciones finales del procedimiento. También pueden ser sustancias agregadas a los alimentos como sustancias

secundarias independientemente de cualquier otra consideración tecnológica o de otro tipo. (15, 17, 22, 26)

Cabe mencionar, que así como los aditivos son auxiliares en la preparación de los productos, existe un alto riesgo de que estos pasen de ser un aditivo a un adulterante. La adulteración de un producto se puede definir como la adición de sustancias (de origen natural o artificial) de manera consciente, para eliminar, disfrazar, ocultar o minimizar alguna propiedad no deseada en el mismo.

Un alimento adulterado es aquel que se le adicionan sustancias que no corresponden a su propia naturaleza en cuanto a su composición, de acuerdo a la definición de las normas establecidas para éste.<sup>(38)</sup> También es aquel que ha experimentado transformaciones por intervención del hombre y con la finalidad de obtener un mayor lucro. Como ejemplo se puede mencionar; adición de agua a la leche, de agua al vino, incorporación de margarina a la manteca y en el presente trabajo la adición de proteína de soya a los productos cárnicos. (20, 40)

#### 1.4.3 CLASIFICACIÓN DE ADITIVOS:

La clasificación de aditivos acorde al Codex Alimentarius se presenta en la tabla número 9, dicha clasificación de las categorías figura en el documento CX/FL 82/2.02.1982 y el informe de la sesión del comité del Codex sobre los aditivos alimentarios en La Haya, marzo 1982 (ALINORM 83/12 pág. 12).<sup>(29)</sup> Dicha clasificación se enlista en la tabla 9.

TABLA 9. CLASIFICACIÓN DE ADITIVOS POR EL CODEX ALIMENTARIUS

<b>Colorantes</b>	<b>Espesantes</b>	<b>Acidificantes</b>	<b>Polvos gelificantes</b>
<b>Conservadores</b>	<b>Gelificantes</b>	<b>Correctores de acidez</b>	<b>Antiespumantes</b>
<b>Antioxidantes</b>	<b>Estabilizadores</b>	<b>Antiaglomerantes</b>	<b>Agentes de revestimiento</b>
<b>Emulgentes</b>	<b>Exaltadores del sabor</b>	<b>Almidones modificados</b>	<b>Sales de fusión</b>
<b>Agentes de trat. de harina</b>	<b>Materias aromatizantes</b>	<b>Exaltadores de aromas</b>	<b>Enzimas</b>
<b>Edulcorantes artificiales</b>	<b>Impelentes</b>	<b>Fosfatos</b>	

FUENTE: Multon J.C., (1988) "Aditivos y auxiliares de fabricación en industrias agroalimentarias"

Acribia S.A, Zaragoza, España, PP 15

La mayoría de los aditivos son productos de síntesis o de la extracción de sustancias, que se añaden al alimento con la finalidad de prolongar su conservación, mejorar su valor nutritivo, resaltar su presentación y para aumentar en fin, la diversidad de preparaciones alimenticias. (29)

Los aditivos usados en productos cárnicos poseen, entre otras, las características de ser aglutinantes (cereales, almidón vegetal, harina de soya, concentrado proteico de soya, leche seca no grasa, suero seco, lactosa reducida de suero, minerales reducidos de suero, lactato de calcio y caseinato de calcio). Las razones del uso de aditivos en cárnicos son principalmente; para hacer a la carne más favorecedora y para cambiar las características del platillo o producto.

Los aditivos proteicos se presentan generalmente en tres formas: polvos, gránulos y productos aglomerados o texturizados y como ya se a dicho estos aditivos deben tener un origen de soya o leche.

## 1.5 ELECTROFORESIS

### 1.5.1 GENERALIDADES

#### DEFINICIÓN DE ELECTROFORESIS

Se define como electroforesis a aquel proceso en el cual las especies cargadas (-iones) o partículas coloidales se separan, en función de su distinta velocidad de migración, cuando se encuentran sometidas a la acción de un campo eléctrico.

Dicha magnitud, depende básicamente de la densidad de carga y ésta a su vez está condicionada por una serie de parámetros (pH, fuerza iónica, diferencia de potencial del campo eléctrico aplicado, naturaleza de la muestra, interacciones de la misma con el soporte elegido, etc).

La electroforesis permite separar macromoléculas en una mezcla, sirviendo tanto de método analítico, como preparativo para la posterior realización de otras técnicas analíticas. Para que esta separación tenga lugar, es necesario que la sustancia se encuentre cargada, de manera que al colocarla en el seno de un campo eléctrico se desplace hacia un polo u otro en función a su carga.

(17)

El desplazamiento de los distintos componentes de la muestra durante el transcurso de la electroforesis depende básicamente de:

- La carga de la sustancia
- El voltaje del campo eléctrico creado
- El coeficiente de fricción - rozamiento- entre el soporte y la sustancia depositada en el mismo.

## FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DESARROLLO ELECTROFORÉTICO.

Los principales parámetros que afectan en el desarrollo de una electroforesis y que condicionan su utilidad en el laboratorio, son básicamente:

- 1.- La carga neta de la sustancia en migración
- 2.- La fuerza iónica del medio
- 3.- La estructura y el tamaño de la sustancia
- 4.- El potencial del campo eléctrico aplicado durante el proceso
- 5.- La intensidad y características generales de la corriente eléctrica aplicada
- 6.- El soporte utilizado
- 7.- El revelado

La concentración isoeléctrica es el uso de las propiedades de las cargas de las moléculas para concentrarlas en zonas definidas en un medio de separación. El mecanismo básico de la concentración isoeléctrica es el de imponer fuerzas en moléculas que interactúen directamente con los efectos dispersivos de difusión. Durante la separación, las moléculas en la muestra se acomodan en lugares específicos y predecibles en el medio, sin importar su distribución inicial. Con otras formas de electroforesis un campo eléctrico aplicado mueve las moléculas a través de un medio de separación en diferentes rangos. El campo aplicado establece y mantiene la distribución de las moléculas en la muestra. Esta distribución colapsa una vez que el campo es desconectado. La concentración isoeléctrica es solo aplicable en el fraccionamiento de especies anfotéricas, tales como proteínas y péptidos que actúen como ácidos o bases.

### 1.5.2 PRINCIPIOS DE LA ELECTROFORESIS

Las proteínas, como moléculas anfotéricas, pueden poseer carga neta negativa, positiva o cero, dependiendo del pH de su ambiente circundante. A pH bajos, las proteínas obtienen una carga neta positiva, y a pH altos estas son cargadas negativamente. La carga total de una proteína en particular es determinada por el lado de la cadena ionizable de sus constituyentes amino. Los grupos carboxilo (-COOH) en las proteínas están sin carga en soluciones ácidas y disociadas en la forma aniónica (-COO-) a valores de pH mayores a 3. Las aminas (-NH<sub>2</sub>) y otras funciones básicas de las proteínas, tales como guanidinas, están sin carga a pH alcalinos, pero son catiónicos a un pH menor a 10 (-NH<sub>3</sub><sup>+</sup>).

La carga neta de una proteína es la suma algebraica de todas las cargas positivas y negativas. Hay un pH específico para cada proteína en la cual la carga neta que lleva es cero. Este valor de pH isoelectrico, llamado punto isoelectrico, o pI, es una característica fisicoquímica de cada proteína.

La definición de pI para moléculas tan complejas como las proteínas es cuando el pH al cual la proteína se encuentra es tal que la proteína tiene una movilidad electroforética nula en una corrida de concentración isoelectrica. <sup>(17)</sup>

Otra definición del pI es: Aquel valor de pH al cual el balance de cargas positivas y negativas superficiales de una sustancia es cero (carga neta nula). Al pH de su punto isoelectrico, una sustancia no presenta carga neta alguna, y por tanto al ser sometida a un proceso electroforético no migra (permanece inmóvil en el punto de aplicación). <sup>(36)</sup>

### **1.5.3 MECANISMOS DE LA ELECTROFORESIS**

En la electroforesis, la carga neta de una proteína determina la dirección de su migración (movilidad electroforética). Cuando una proteína está sujeta a un campo eléctrico, esta se moverá hacia el electrodo con la carga opuesta. A valores de pH bajos, el pI de la proteína, el campo eléctrico causará la migración hacia el cátodo, o electrodo negativo. Inversamente, a valores de pH arriba del pI la proteína se dirigirá hacia el ánodo, o electrodo positivo. Una proteína que se encuentre en su pI no responderá al campo eléctrico debido a su falta de carga. (17)

### **1.5.4 DIFERENTES TIPOS DE SOPORTES PARA ELECTROFORESIS**

El uso de la técnica de electroforesis para la separación de péptidos ha ido evolucionando con el paso del tiempo. Se han hecho estudios, donde se ha investigado y desarrollado diferentes soportes a utilizar en ésta técnica. El desarrollo de estos soportes se debe a su facilidad de uso, las ventajas de separación que presentan, así como la disponibilidad de los reactivos en conjunto con el precio que estos representan. Para fines prácticos, la clasificación de los soportes, como la mayoría de las clasificaciones, puede deberse a diversos factores, como lo son el tipo de material utilizado, facilidad de separación de bandeos, rapidez en la separación, definición en las bandas, entre otros. A continuación se mencionan los soportes más utilizados en el área de la investigación, de acuerdo a su selectividad. (17)

#### **1.5.4.1 SOPORTES NO SELECTIVOS**

Tienen la característica de que las sustancias depositadas sobre este tipo de soportes puede moverse libremente de forma que su separación electroforética tiene lugar únicamente en función de su carga eléctrica. La desventaja de estos soportes es que las sustancias cuyo peso molecular es elevado pueden verse frenadas en su desplazamiento, o incluso no desplazarse en absoluto. A continuación en la tabla 10 se enlistan diferentes tipos de soportes no selectivos:

TABLA 10: SOPORTES NO SELECTIVOS UTILIZADOS EN LA TÉCNICA DE ELECTROFORESIS

SOPORTE	CARACTERÍSTICAS
PAPEL	<p>Primer soporte utilizado en la electroforesis de zona</p> <p>En la actualidad, prácticamente no se usa por presentar poca resolución en el bandeó.</p>
ACETATO DE CELULOSA	<p>Se obtiene a partir de la reacción de anhídrido acético con los grupos hidroxilo de la celulosa</p> <p>Su estructura deja gran cantidad de huecos llenos de aire. En el momento de ser utilizadas las membranas de acetato de celulosa se sumergen en la solución amortiguadora que penetra en los huecos llenándolos. Este tampón es el encargado de transportar la corriente eléctrica a través del soporte, permitiendo así el desarrollo electroforético.</p> <p>El más utilizado es el "cellogel" (acetato de celulosa gelatinizado) y sus principales ventajas son:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fácil manipulación</li> <li>2. Rapidez de ejecución</li> <li>3. Elevada reproductibilidad</li> <li>4. Fácil lectura</li> </ol>
GEL DE AGAROSA	<p>Esta formado por agarosa, uno de los componentes del agar</p> <p>Pese a ser considerados soportes no restrictivos, las sustancias de peso molecular superior a <math>10 \times 10^5</math> Daltons, se ven totalmente frenadas en su desplazamiento.</p> <p>Presentan las siguientes ventajas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Carecen de cargas eléctricas que podrían interferir en la migración electroforética</li> <li>2.- No presentan problemas de endósmosis</li> <li>3.- No captan el colorante (no dan lugar a colores de fondo no deseables y</li> </ol> <p>son muy adecuados para la cuantificación de las distintas fracciones por densitometría</p>

FUENTE: Handbook of bioseparation (1993), Separation Science and Technology, Satinder Ahuja, vol. 2, San Diego California, USA

### 1.5.4.2 SOPORTES SELECTIVOS

Este tipo de soporte ejerce cierta resistencia al desplazamiento electroforético de las sustancias depositadas en ellos, esta resistencia dependerá fundamentalmente de:

1. El tamaño del poro de la sustancia que forma el soporte
2. El tamaño y características estructurales de las sustancias que vayan a desplazarse en el mismo

En general, presentan la ventaja de proporcionar buenas separaciones de las distintas fracciones.

A continuación en la tabla 11 se enlistan diferentes tipos de soportes selectivos:

TABLA 11: SOPORTES SELECTIVOS UTILIZADOS EN LA TÉCNICA DE ELECTROFORESIS

SOPORTE	CARACTERÍSTICAS
GEL DE ALMIDÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Su uso es limitado, debido a los dificultades derivadas de su preparación</li> <li>- Proporcionan un mayor número de fracciones de la muestra a separar que otros soportes (ejemplo, gel de agarosa)</li> <li>- Presentan - entre otros - los siguientes inconvenientes:               <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Presenta dificultad en la obtención de un soporte de espesor y porosidad.</li> <li>2.- La preparación del gel es extemporánea.</li> </ol> </li> </ul>
GELES DE POLIACRILAMIDA	<p>Son el resultado de la polimerización de la acrilamida con diferentes compuestos</p> <p>Son los que proporcionan un mayor número de fracciones y la mejor resolución de las distintas bandas. Se utilizan sobre todo en laboratorios de investigación.</p> <p>El tamaño del poro puede variarse según la concentración del gel, de manera que las sustancias depositadas en ese tipo de geles se separan en función de:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Su carga</li> <li>2. Su tamaño</li> </ol> <p>- Presentan las siguientes ventajas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Químicamente inertes</li> <li>2. Porosidad variable</li> <li>3. Transparencia → permiten cuantificación por densitometría</li> <li>4. Elevada resolución (obtención de bandas más estrechas y nítidas)</li> <li>5. Puede ser utilizados para electroforesis especiales (permiten la introducción en su estructura de determinados compuestos químicos)</li> </ol> <p>-</p>

FUENTE: Handbook of bioseparation (1993), Separation Science and Technology, Satinder Ahuja, vol. 2, San Diego California, USA

#### 1.5.4.2.1 Gel de Poliacrilamida

Los geles de poliacrilamida están formados por la copolimerización de la acrilamida ( $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CO}-\text{NH}_2$ ) y el entrecruzamiento del monómero  $\text{N,N}'$ - metilen - bisacrilamida (bisacrilamida:  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{CO}-\text{CH}=\text{CH}_2$ ). La bisacrilamida es un reactivo bifuncional que enlaza covalentemente las cadenas adyacentes de la poliacrilamida para formar la estructura del gel. La reacción de formación del gel se lleva a cabo por la adición de vinil a la iniciación en la polimerización de los sistemas generadores de radicales libres. Para los geles de separación isoeléctrica que contienen anfolitos acarreadores, los radicales libres son formados por la combinación de tres compuestos, riboflavina, persulfato de sodio y el tetrametiletilendiamina (TEMED). La riboflavina es un fotoiniciador. La luz produce que la riboflavina genere radicales libres.

Experimentalmente la electroforesis en gel de poliacrilamida puede efectuarse en tubos o en placa. En el primer caso se utiliza un cilindro de gel para cada muestra a analizar, mientras que cuando se emplean placas pueden correrse en forma simultánea, en una sola de ellas, varias muestras. Este procedimiento resulta útil para separar proteínas de una mezcla, las que pueden ser aisladas por simple cortado del gel y posterior elusión.

La electroforesis en geles de poliacrilamida pueden desarrollarse también usando soluciones amortiguadoras que contienen sustancias disociantes, en especial detergentes no iónicos (dodecil sulfato de sodio SDS). Las proteínas a analizar son hervidas a  $100^\circ\text{C}$  en exceso de SDS y 2-mercaptoetanol. En esas condiciones el tilo rompe los puentes disulfuros que pudieran existir y el agente desnaturizante hace que las proteínas se desdoblén en sus polipéptidos constitutivos, los que fijan SDS en una relación constante a causa de ello la carga intrínseca del péptido se hace insignificante ante el exceso de carga negativa del SDS; como consecuencia la carga de todas

moléculas será prácticamente idéntica. Su desplazamiento en un campo eléctrico en el que el soporte de corrida es un gel de determinada porosidad dependerá exclusivamente de su tamaño molecular. Este método permite por comparación con sustancias de peso molecular conocido que han sido corrido simultáneamente, determinar el peso molecular relativo de los productos en análisis. Se utiliza en forma rutinaria con tal finalidad y para ello son necesarias ínfimas cantidades de muestra.

La electroforesis en gel de poliacrilamida puede desarrollarse usando sistemas amortiguadores continuos o discontinuos. En el primer caso, los iones que constituyen el amortiguador durante todo el recorrido de la muestra (gel concentrador o reservorio) son los mismos y el pH es constante. En algunas ocasiones solo puede variar la concentración iónica en los pesos de concentración o reservorios. Cuando se usan estos sistemas, las muestras a analizar se siembran directamente en el gel de resolución. En los sistemas discontinuos el amortiguador de los geles y de los reservorios de los electrodos son diferentes. Normalmente los pH de ambas soluciones amortiguadoras son también distintos. Las muestras a analizar se siembran en un gel de polo grueso (gel de paso rápido, apilamiento o stacking) en amortiguador Tris-HCl, pH 6.8, el que se ha hecho polimerizar por sobre el gel de corrida (pH de 8.8). El amortiguador del recipiente que contiene el cátodo es Tris-glicina pH 8.3. Ello permite que volúmenes apreciables de muestras diluidas de proteínas puedan ser analizadas ya que al ser sembrados en un gel de éste tipo en el que iones y el pH de los amortiguadores son diferentes, las moléculas se desplazarán a través del gel y se concentrarán en una zona estrecha, en el gel correspondiente al gel de corrida, previo a su separación de éste. El pH del gel de apilamiento y de la muestra (pH 6.8), la glicina que forma parte del amortiguador del reservorio catódico está muy poco dissociada ya que este es próximo a su pKa por lo que su movilidad en el campo eléctrico será reducida. Los iones cloruro en cambio a este pH tendrán una movilidad mayor debido a su grado de disociación y la movilidad de las proteínas ocuparán una posición intermedia.

Cuando se aplique un voltaje los iones cloruro migran alejándose de la glicina dejando tras de ellos una zona de menor conductividad. Como es inversamente proporcional al campo de fuerza, esta

zona genera un gradiente de voltaje que acelera la migración hacia ella de la glicina, la que se aproxima a los iones cloruro, creándose un estado de uniformidad en el que los productos de movilidad y gradiente de pH de ambos iones es igual. Estos se mueven a la misma velocidad, con un estrecho límite de separación entre ellos.

Cualquier proteína que se mueva por delante de la banda iónica es rápidamente atrapada ya que la movilidad de estas es menor a la de los iones cloruro pero mayor que la de la glicina, como consecuencia es concentrada en una delgada banda. Las diferentes proteínas se irán apilando una sobre otra en una banda delgada por detrás de los iones cloruros y por delante de la glicina, acumulándose finalmente en el límite del gel de resolución. (9)

## 2. JUSTIFICACIÓN

Debido a la intensa actividad a la que está sujeta la sociedad en la actualidad se hace muy práctico el consumo de alimentos de rápida preparación con lo que se ha desarrollado una gran variedad de éstos para su consumo. Los productos en el mercado son muy diversos y las diferencias entre estos son muy marcadas tanto en su presentación como en la calidad y precio.

Entre los productos cárnicos se ofrece una amplia gama y se presentan situaciones en las que el precio de los mismos está por debajo del costo de la materia prima de la cual se supone están elaborados; esto es ilógico, ya que después de que la materia prima sufre una transformación que involucra diversas operaciones que incrementan su valor, además de su distribución, conservación post proceso y publicidad; ésta debería presentar un costo mas elevado, con lo que se puede suponer la posible adición de materia prima no declarada en los productos transformados.

Las normas que rigen a los productos cárnicos estipulan un rango en la composición de estos, al igual que en los contenidos proteicos y que depende del tipo de transformación a la que es sujeta la materia prima, con lo cual si el producto es elaborado con ingredientes de baja calidad, no se alcanzarán los límites estipulados y se recurre a la adición de proteína no cárnica para alcanzar dichos límites.

En la elaboración de productos cárnicos se emplea como principal agente de sustitución proteica la proteína de soya, que si bien no es una proteína de baja calidad, ésta no es de origen cárnico y lleva al engaño del consumidor, con lo cual se hace indispensable el desarrollo de una metodología para identificar el origen y no solo la cantidad de proteína presente en los diversos productos cárnicos, ya que los análisis rutinarios que se le realizan a estos productos solo involucran la cuantificación del % de proteína presente, más no el caracterizar o definir el origen de esa proteína.

Desde hace más de dos décadas, diversos autores han investigado, modificado y puesto a punto distintos métodos electroforéticos de determinación y cuantificación de proteína; así Takayana (1996), Olsman y col.(1969), Torzón y col. (1969), Fischer y Belitz(1971) utilizan la técnica de electroforesis en gel de poliacrilamida para detección de proteínas. (30)

Hofmann y Penny (1971 y 1973) y también Frouin y col.(1973) estudian los efectos del tratamiento térmico en las bandas de proteínas cárnicas y no cárnicas. Parsons y Lawrie en 1972 identifica ciertas bandas electroforéticas iguales a las bandas de proteínas de soya. En 1975, Homayounfar consigue detectar cantidades de proteína de soya añadida hasta un 5% sobre producto cárnico total.(30)

Ya en 1982, Armstrong y col. logran reducir el límite de detección de proteínas de soya añadidas a los productos cárnicos a un 0.5%, pero para ello, utilizan un marcador estándar interno de hemocianina; así, miden la intensidad de la banda de soya tomando como referencia la del estándar. Más tarde, en 1984, Heinert y Bauman, y en 1985 Olsman y col., Siguen investigando sobre el tema. (30)

Posteriormente Nieto Grau M. T. y col. Evaluaron el efecto producido por el tratamiento térmico en proteínas no cárnicas añadidas a productos cárnicos, mediante electroforesis vertical (PAGE - SDS). (30) En la Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán UNAM se han elaborado investigaciones tales como la de Carbonell G. N. (1995)<sup>(9)</sup> y la de Vázquez A. A. (2002). (46)

Los trabajos antes referidos emplean la técnica de electroforesis para identificar la presencia de proteína de soya en productos para los cuales se tiene que elaborar un producto (jamón cocido y salchicha tipo Viena) en el que se haya empleado proteína de soya en su elaboración y un producto en el que no se haya utilizado; los cuales se someten a un análisis de electroforesis y se comparan para diferenciar los dos perfiles (el adulterado y el que no presenta adulteración). Una vez identificado el o los péptidos que permiten identificar la adulteración (esto es, el o los péptidos que

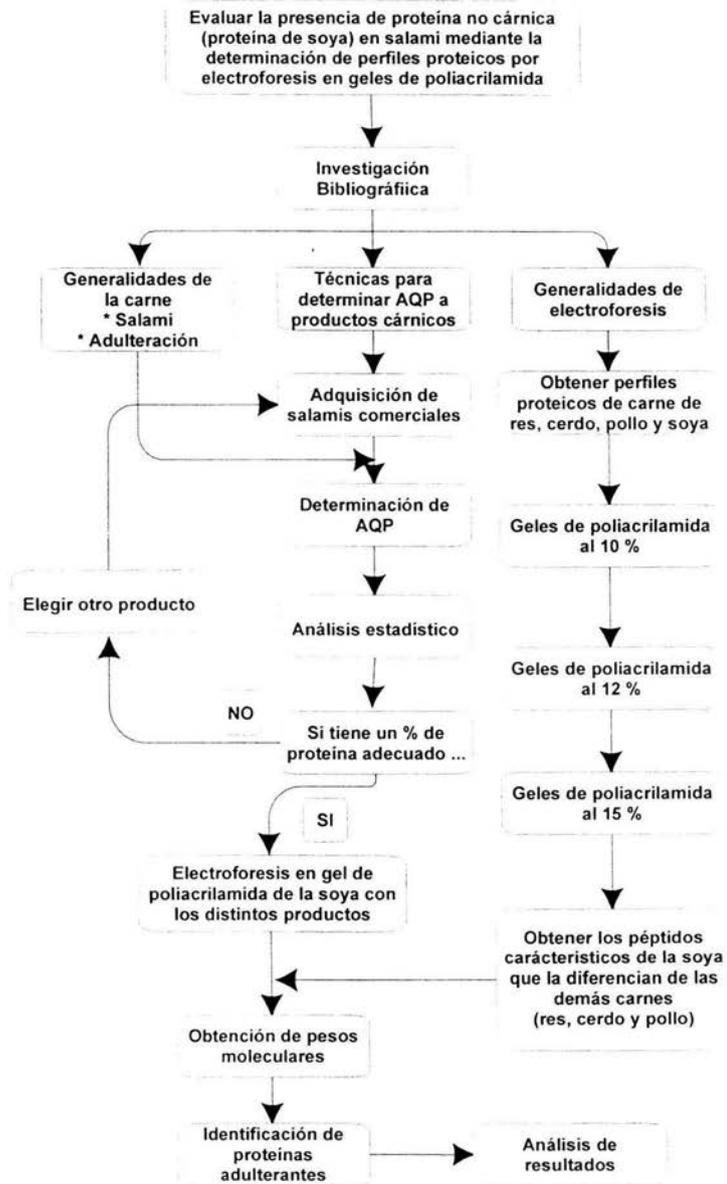
presenta el producto adulterado y que no se encuentran en el que no ha sido adulterado), se somete a un análisis electroforético al producto comercial para identificar la presencia o ausencia de proteína de soya (mediante la presencia o ausencia de los péptidos que se observó en el producto elaborado con proteína de soya y que no presentó el producto elaborado a partir de pura carne), y así determinar si el producto fue o no elaborado con proteína de soya.

El presente trabajo tiene como fin el obtener el o los péptidos que diferencien a la proteína de soya de las proteínas de la carne de res, cerdo y pollo (las cuales son las carnes de las que están elaborados la mayoría de los productos comerciales en México), con lo cual con tan solo someter a el producto a analizar (siempre y cuando haya sido elaborado a partir de carne de res, cerdo y pollo) a una prueba electroforética se puede saber rápidamente si esta adulterado o no con proteína de soya (esto se determina mediante la presencia o ausencia de el o los péptidos característicos de la soya), sin necesidad de analizar y comparar productos elaborados con proteína de soya y productos elaborados a partir de carne sin adulteración.

Esto representa una mayor rapidez y economía del análisis, puesto que no se tienen que elaborar productos análogos, y se determina fácilmente la adulteración.

### 3. DESARROLLO Y EXPERIMENTACIÓN

#### 3.1 CUADRO METODOLÓGICO



### 3.2 DESCRIPCIÓN DEL CUADRO METODOLOGICO

Para poder cubrir el objetivo general (Evaluar la presencia de proteína no cárnica (proteína de soya) en salami, mediante la determinación de perfiles proteicos por electroforesis en geles de poliacrilamida) se llevó a cabo la investigación bibliográfica sobre generalidades de carne de cerdo, res, pollo, así como de las técnicas adecuadas para el análisis químico proximal de los salamis a estudiar y de lo correspondiente a la técnica de electroforesis.

Posteriormente se obtuvo el AQP de los salamis para determinar si el contenido de proteína era el adecuado en el producto para evaluar el origen de estas proteínas .

Las técnicas utilizadas fueron las siguientes:

- 1) Determinación de proteína por el método de Microkjeldahl.<sup>(36)</sup>
- 2) Determinación de grasa por el método de Werner-Schmith<sup>(36)</sup>
- 3) Determinación de humedad por el método de estufa.<sup>(36)</sup>
- 4) Determinación de cenizas totales por el método general.<sup>(36)</sup>

Las pruebas se efectuaron por triplicado

Se realizó el análisis de resultados correspondientes para determinar la composición de los productos.

Se obtuvo el perfil proteico de la soya en un gel de acrilamida-bisacrilamida con concentración 12%.

Se realizó un comparativo de los perfiles proteicos de la carne de pollo, cerdo, res y soya en gel de acrilamida-bisacrilamida al 10, 12 y 15% con el objeto de separar con mas claridad tanto los

péptidos de mayor peso molecular (gel 10%) así como los de menor peso molecular (gel 15%); partiendo de un gel de concentración 12% que es el de concentración media para observar el perfil a estas condiciones en donde se puede identificar los, o el péptido característico de la soya, pudiendo ser péptidos de mayor (gel 10%) o menor (gel15%) peso molecular.

Se compararon las proteínas de la carne de cerdo, res, pollo, soya con las muestras en un gel de acrilamida-bisacrilamida al 12%.

Se compararon las proteínas de la carne de cerdo, res, pollo, soya con las muestras en un gel de acrilamida-bisacrilamida al 10%. Para efectuar un mejor análisis de los péptidos de mayor peso molecular los cuales al presentar un mayor tamaño se separaban claramente en la parte superior del gel separador debido a que el tamaño de poro del gel es grande por su baja concentración de acrilamida-bisacrilamida y todos los péptidos de menor peso molecular ( que presentan un menor tamaño) se precipitan al final del gel durante la corrida.

Se compararon las proteínas de la carne de cerdo, res, pollo, soya con las muestras en un gel de acrilamida-bisacrilamida al 15%. Para efectuar un mejor análisis de los péptidos de menor peso molecular, los cuales al presentar un menor tamaño se separan claramente en la parte inferior del gel separador el cual presenta un tamaño de poro reducido por su elevada concentración de acrilamida-bisacrilamida este impide el desplazamiento de los péptidos de mayor peso molecular amontonándose en la parte superior del gel.

Comparado el perfil proteico, se obtuvo el péptido característico de la soya que la diferencia de las demás carnes.

Se obtuvo el peso molecular del péptido característico de la proteína de soya.

### 3.3 MATERIALES Y MÉTODOS

En el apéndice 1 se muestran las técnicas usadas para:

- (3.3.1) Determinación de proteína por el Método Microkjeldahl.
- (3.3.2) Determinación de humedad por el Método de Estufa.
- (3.3.3) Determinación de grasa por el Método de Werner - Schmith.
- (3.3.4) Determinación de cenizas por el Método de Cenizas totales.
- (3.3.5) Extracción Proteica para las muestras de salami.

### 3.3.6 SEPARACIÓN ELECTROFORÉTICA

La electroforesis en gel de poliacrilamida-SDS se llevó a cabo en geles discontinuos según el sistema de Laemmli 1970, utilizando geles separadores al 10, 12 y 15%, a fin de determinar el sistema que permitiera la mejor resolución de las proteínas presentes en las muestras a analizar.

Los geles separadores se obtuvieron a partir de una solución madre de 30% en peso de acrilamida y de 0.8% en peso de N.N-bis-metilenacrilamida en Tris- OH 1.5 M , 0.4% de SDS ph = 8.8 . Los geles fueron polimerizados químicamente por la adición de 0.493% de tetrametilendiamina (temed) y 0.985% de persulfato de amonio.

El gel concentrador se preparó de una solución madre de la misma concentración referida para el gel separador pero en Tris-OH 0.5M, 0.4% SDS ph= 6.8 y fue polimerizado químicamente por la adición de 0.654% en volumen de tetrametilendiamina (temed) 8.4% y 1.307% de persulfato de amonio 12.5%.

El amortiguador del electrodo contenía Glicina, Tris-OH, SDS a un pH= 8.3.

Para cada uno de los sistemas se efectuó una pre electroforesis a 120 Volt constante durante 30 minutos, empleando amortiguador de electrodo ph = 8.3, con el fin de efectuar una limpieza del gel eliminando posibles partículas extrañas que posteriormente obstruyan el paso de las proteínas, además de saturar el gel con el amortiguador y dejarlo cargado eléctricamente para facilitar la migración proteica posterior, al término de esto se realizó el cambio de amortiguador para efectuar las pruebas de electroforesis correspondientes. Las corridas se realizaron a 120 Volts por un período de 1.5 hrs.

Las bandas fueron reveladas por tinción con azul de Comassie; una vez desarrollada la electroforesis se pasa la placa a la solución de tinción, donde permanece toda la noche, a continuación se procede a la decoloración con solución decolorante.

Se utilizó un marcador de peso molecular de marca BioRad, el cual presenta un rango de pesos moleculares que va desde los 250 kDa hasta los 10 kDa.

Las características del marcador de pesos moleculares se enlista en la tabla 12.

**TABLA 12: MARCADOR DE PESOS MOLECULARES.**

PROTEÍNA	PESO MOLECULAR (kDa)
Myosin	215
$\beta$ Galactosidasa	132
Bovine Serualbumin	95
Carbonic anhydrase	42.5
Soybean Trypsininhbitor	32.9
Lysozime	19.5
Aprotinin	7.5

FUENTE: Biorad (Clave: 1160372)

En las corridas, las composiciones finales de los geles a emplear fué la siguiente:

La composición para el gel tapón se enlista en la tabla 13.

**TABLA 13: COMPOSICIÓN DEL GEL TAPÓN (FONDO).**

Reactivo	Cantidad
Acril- Bisacrilamida	1.0 ml.
Agua Bidestilada	0.5 ml.
TEMED	25.0 ml.
Persulfato de Amonio	50.0 ml.

FUENTE: Vazquez A. A. (2002), "Evaluación de la calidad proteica en salchichas comerciales tipo Viena expandidas en la ciudad de México", Tesis, FES Cuautitlán. UNAM.

La composición del gel separador a diferentes concentraciones se enlista en la tabla 14.

**TABLA 14: COMPOSICIÓN DEL GEL SEPARADOR A DIFERENTES CONCENTRACIONES.<sup>(46)</sup>**

Reactivo	a)	b)	c)
Buffer pH = 8.8	5.0 ml.	5.0 ml.	5.0 ml.
Acril – Bis	6.6 ml.	7.51 ml.	10.0 ml.
Agua Bidestilada	8.4 ml.	7.49 ml.	5.0 ml.
TEMED 8.4 %	100.0 ml.	100.0 ml.	100.0 ml.
Persulfato de Amonio 12.5 %	200.0 ml.	200.0 ml.	200.0 ml.

FUENTE: Vazquez A. A. (2002), "Evaluación de la calidad proteica en salchichas comerciales tipo Viena expandidas en la ciudad de México", Tesis, FES Cuautitlán. UNAM.

En donde:

- a) Gel separador con concentración de 10% de Acrilamida Bisacrilamida
- b) Gel separador con concentración de 12% de Acrilamida Bisacrilamida
- c) Gel separador con concentración de 15% de Acrilamida Bisacrilamida

La composición del gel concentrador se enlista en la tabla 15.

**TABLA 15: COMPOSICIÓN DEL GEL CONCENTRADOR.**

<b>Reactivo</b>	<b>Cantidad</b>
Buffer pH = 6.8	1.5 ml.
Acrilamida – Bisacrilamida	1.0 ml.
Agua Bidestilada	3.5 ml.
TEMED	40.0 ml.
Persulfato de Amonio	80.0 ml.

FUENTE: Vazquez A. A. (2002), "Evaluación de la calidad proteica en salchichas comerciales tipo Viena expandidas en la ciudad de México", Tesis, FES Cuautitlán. UNAM.

#### 4. RESULTADOS

##### COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL DE LAS MUESTRAS DE SALAMIS ANALIZADAS.

Los resultados obtenidos del análisis químico proximal realizado a las muestras de salami así como el costo de las mismas se enlista en la tabla 16.

**TABLA 16: COMPOSICIÓN QUÍMICO PROXIMAL (%) Y COSTO DE LAS MUESTRAS DE SALAMI ANALIZADAS.**

Muestra	\$ por Kg	Proteína	Humedad	Grasa	Cenizas	CHOS
S1	333.00	28.65	41.88	20.16	5.84	3.47
S2	333.00	28.1	43.33	20.24	5.06	3.27
S3	300.00	28.64	22.54	39.14	5.02	4.66
S4	205.00	26.81	38.77	24.29	5.34	4.79
S5	179.00	25.2	27.23	39.11	6.00	2.64
S6	168.00	24.89	37.74	26.4	6.57	4.40
S7	156.00	22.61	38.42	28.8	5.29	4.88
S8	150.00	21.28	39.4	30.49	4.46	4.37
S9	130.00	20.30	40.62	30.22	5.68	3.18
S10	128.00	19.23	35.36	34.47	6.65	4.29
S11	123.00	15.41	37.35	36.27	6.47	4.5
S12	46.00	12.8	55.9	20.87	6.47	3.96

S1 Salami Daniele Calabrese; S2 Salami Daniele Genova; S3 Salami San Rafael tipo Italiano; S4 Salami Bon Gourmet Genova; S5 Salami Tipo Genova Parma; S6 Salami Milano Citterio; S7 Salami Fud Cocido; S8 Salami Hormel Alemán; S9 Salami Hormel Italiano; S10 Salami Extra Peñaranda; S11 Salami Chapola; S12 Salami KIR Cocido

TABLA 17: COMPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE SALAMI EN CUANTO A SU COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL (%) CON UN NIVEL DE SIGNIFICANCIA DEL 95 %

Component e	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
PROT	28.31 ± 0.59 A	28.09 ± 0.10 A	27.52 ± 0.19 A	26.67 ± 0.12 B	25.23 ± 0.24 C	24.75 ± 0.39 C	22.28 ± 0.65 D	22.91 ± 0.17 D	20.66 ± 0.72 E	19.39 ± 0.43 E	15.25 ± 0.30 F	12.8 ± 0.72 G
GRASA	20.70 ± 0.94 A	20.52 ± 0.71 A	39.43 ± 0.50 B	24.15 ± 0.23 C	39.13 ± 0.15 B	26.29 ± 0.27 D	28.66 ± 0.61 E	30.66 ± 0.76 F	10.42 ± 0.55 F	34.52 ± 0.56 G	36.19 ± 0.18 H	20.85 ± 0.62 A
HUMEDAD	41.53 ± 0.72 A	43.17 ± 0.24 B	22.99 ± 0.35 D	38.76 ± 0.26 D	27.33 ± 0.10 E	37.66 ± 0.13 F	38.32 ± 0.24 D	39.36 ± 0.05 G	40.68 ± 0.30 A	35.51 ± 0.62 H	37.19 ± 0.26 F	55.71 ± 0.32 I
CENIZAS	5.82 ± 0.02 A	5.09 ± 0.94 B	5.11 ± 0.16 B	5.29 ± 0.23 B	6.07 ± 0.13 C	6.60 ± 0.18 D	5.29 ± 0.10 B	4.43 ± 0.08 E	5.64 ± 0.08 F	6.64 ± 0.13 D	6.43 ± 0.09 D	6.47 ± 0.02 D

\* Letras iguales significan muestras iguales a un nivel de significancia del 95%.

\* Letras diferentes significan muestras diferentes a un nivel de significancia del 95 %

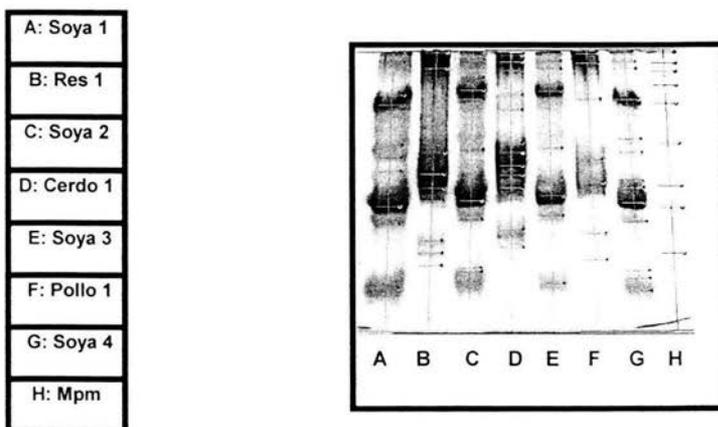
**Falta página**

**N° 62**

## ELECTROFORESIS EN GELES DE ACRILAMIDA - BISACRILAMIDA.

Los geles obtenidos de la corrida electroforética de las proteínas de soya, de la carne de res, cerdo y pollo, así como las de pertenecientes a las muestras de salami analizadas se muestran a continuación:

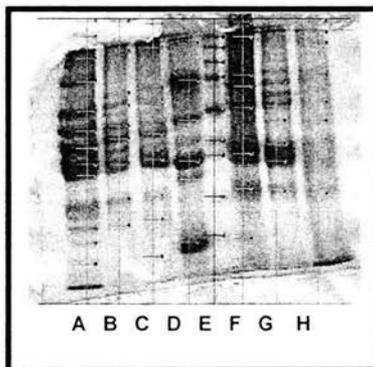
FIGURA 1: PERFIL ELECTROFORÉTICO DE LA PROTEÍNA DE SOYA, DE LA CARNE DE RES, CERDO Y POLLO. (GEL DE CONCENTRACIÓN DE ACRILAMIDA - BISACRILAMIDA DEL 10%)



\* Marcador de peso molecular

FIGURA 2: PERFIL ELECTROFORÉTICO DE LA PROTEÍNA DE SOYA, DE LA CARNE POLLO, CERDO, RES, ASÍ COMO DE LAS MUESTRAS : S1, S2 Y S3. (GEL DE CONCENTRACIÓN DE ACRILAMIDA - BISACRILAMIDA DEL 12%)

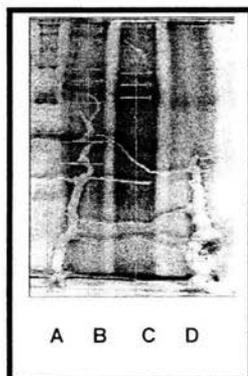
A: Pollo 2
B: Cerdo 2
C: Res 2
D: Soya 5
E: Mpm *
F: S1
G: S2
H: S3



\* Marcador de peso molecular

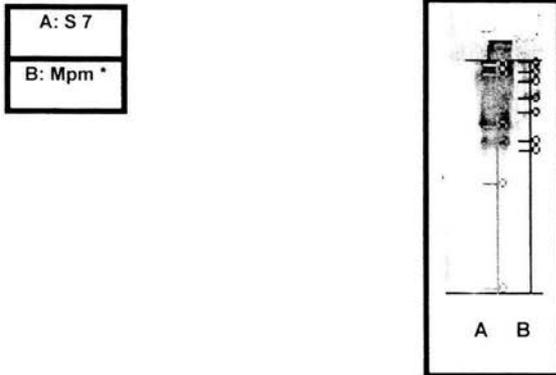
FIGURA 3: PERFIL ELECTROFORÉTICO DE LA PROTEÍNA DE LAS MUESTRAS S4, S5 Y S6.(GEL DE CONCENTRACIÓN DE ACRILAMIDA - BISACRILAMIDA DEL 12%)

A: Mpm *
B: S 4
C: S 5
D: S 6



\* Marcador de peso molecular

FIGURA 4: PERFIL ELECTROFORÉTICO DE LA PROTEÍNA DE LA MUESTRA S7. (GEL DE CONCENTRACIÓN DE ACRILAMIDA - BISACRILAMIDA DEL 12%)



\* Marcador de peso molecular

Como se puede observar el gel de concentración de acrilamida - bisacrilamida del 10% presenta poca claridad en para identificar adecuadamente las bandas, por lo cual se elaboró un gel de concentración del 12% con el propósito de obtener un bandeado mas claro. Debido a que en los geles elaborados a una concentración de acrilamida - bisacrilamida del 12% (del gel separador) se pudo identificar que el péptido característico de la soya se encontraba en la parte inferior del gel (péptido de bajo peso molecular), se decidió utilizar una concentración de acrilamida - bisacrilamida del 15% en el gel separador con el propósito de separar claramente los péptidos de bajo peso molecular, ya que como se ha mencionado al aumentar la concentración del gel separador, el tamaño del poro de este es mas pequeño, haciendo mas difícil el desplazamiento de los péptidos en el gel durante la corrida, provocando que los péptidos de bajo peso molecular se desplacen aun mas rápido que los de alto peso molecular, lo cual provoca un amontonamiento de los péptidos de alto peso molecular en la parte superior del gel, pero una separación de los péptidos de bajo peso molecular en la parte inferior del mismo.

Los geles elaborados a una concentración de acrilamida - bisacrilamida del 15% se muestran a continuación en la figura 5.

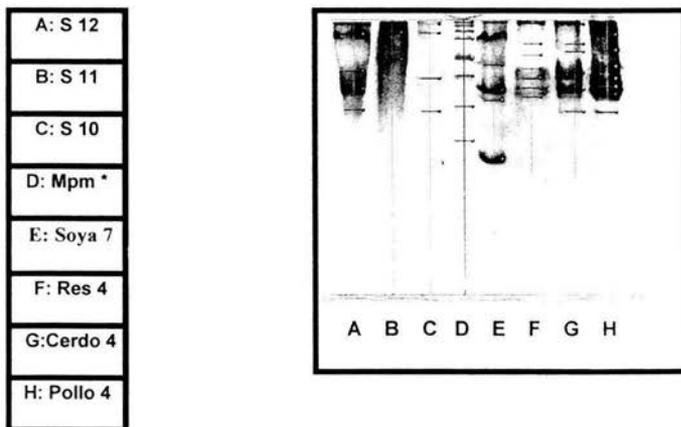
FIGURA 5: PERFIL ELECTROFORÉTICO DE LA PROTEÍNA DE LAS MUESTRAS S8, S9, ASÍ COMO DE LA SOYA Y DE LA CARNE DE RES, CERDO Y POLLO. (GEL DE CONCENTRACIÓN DE ACRILAMIDA - BISACRILAMIDA DEL 15%)

A: S 9
B: S 8
C: Soya 6
D: Mpm *
E: Mpm *
F: Res 3
G: Cerdo 3
H: Pollo 3



\* Marcador de peso molecular

FIGURA 6: PERFIL ELECTROFORÉTICO DE LA PROTEÍNA DE LAS MUESTRAS S12, S11 Y S10, ASÍ COMO DE LA SOYA Y DE LA CARNE DE RES, CERDO Y POLLO. (GEL DE CONCENTRACIÓN DE ACRILAMIDA - BISACRILAMIDA DEL 15%)



\* Marcador de peso molecular

Las muestras de salami se corrieron en las dos concentraciones sin importar el orden ya que de éstas solo se quería identificar si presentaban el péptido característico de la soya (y no obtener su perfil electroforético), y este se puede identificar en cualquiera de las dos concentraciones.

## ANÁLISIS DE LOS PESOS MOLECULARES DE LAS BANDAS PRESENTES EN LOS GELES.

Los valores de los pesos moleculares de las proteínas de soya, de la carne de res, cerdo y pollo, así como de las muestras de salami analizadas, obtenidos del análisis de los geles correspondientes, se enlistan a continuación.

TABLA 18: PESOS MOLECULARES DE LOS PÉPTIDOS (BANDAS) QUE SE PRESENTAN EN LOS GELES DE SOYA.

SOYA 1 PM (kDa)**	SOYA 2 PM (kDa)**	SOYA 3 PM (kDa)**	SOYA 4 PM (kDa)**	SOYA 5 PM (kDa)**	SOYA 6 PM (kDa)**	SOYA 7 PM (kDa)**	X PM (kDa)**
243.1	243.77	242.90	242.9	243.61	241.9	242.01	242.88
180.9	181.3	181.5	181.6	181.31	----	----	181.26
75.58	75.79	75.71	75.21	76.21	76.79	76.08	76.19
46.18	46.3	47.15	47.01	46.83	----	----	46.89
34.2	32.73	33.81	33.21	33.16	34.04	34.72	33.69
30.18	30.53	30.7	30.64	30.66	----	----	30.47
22.98	22.61	23.7	22.54	22.34	23.66	23.53	23.05
18.56	18.61	18.4	18.85	19.33	19.15	17.95	18.83
14.37	15.11	15.49	14.49	14.33	14.15	14.95	14.69
10.59	10.71	10.01	10.29	10.34	10.21	10.85	10.42
6.95	7.13	7.25	6.96	7.12	7.09	7.28	7.111

\* PM = Peso Molecular \*\* kDa = Kilodaltones

Para poder comparar los perfiles electroforéticos de las proteínas de la carne de res, cerdo y pollo con la de soya se obtuvo primero el análisis de los perfiles de la soya en las diferentes corridas.

Se determinó un rango para el valor del peso molecular del péptido característico de la soya el cual queda entre 6.90531 a 7.31669 kDa con un grado de confianza del 95%.

Una vez obtenidos los valores de las medias de los pesos moleculares de las proteínas de soya, de la carne de res, cerdo y pollo, se elaboro una tabla en la cual se compararon dichas medias para identificar al o los péptidos característicos de la proteína de soya; dicha tabla se enlista a continuación.

**TABLA 19: PESOS MOLECULARES DE LA PROTEÍNA DE SOYA,, RES, CERDO Y POLLO.**

X SOYA PM (kDa)	X RES PM (kDa)	X CERDO PM (kDa)	X POLLO PM (kDa)
242.88	234.565	191.9125	246.2875
181.26	129.1925	64.2375	136.0225
76.19	66.32	51.735	36.93
46.89	51.535	32.0375	28.8475
33.69	32.2	27.9325	24.3
30.47	24.5125	23.91	21.435
23.05	20.2925	14.2925	15.2975
18.83	16.525	11.36625	13.4725
14.69	12.435	-----	-----
10.42	-----	-----	-----
7.111	-----	-----	-----

Esta comparación se realizó con el propósito de identificar el péptido característico de la soya y así poder identificar con facilidad la presencia o ausencia de dicho péptido en productos que se elaboren a partir de estas carnes. Una vez identificado el péptido característico, se elaboró un análisis de las corridas electroforéticas de las proteínas de las muestras de salamis para identificar si existía dicho péptido y así determinar si las muestras presentaban adulteración, dicha comparación se enlista a continuación en la tabla 20.

TABLA 20: PESOS MOLECULARES DE LA PROTEÍNA DE LOS SALAMIS ANALIZADOS.

S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	S 10	S 11	S 12
PM											
(kDa)**											
278.6	278.6	292.9	275.6	280.3	290.36	292.3	175	187.5	190	170	190
250	74.54	272.9	150.2	146.5	81.56	62.45	61.9	145	92.06	92.06	87.98
81.44	62.45	192.9	82.5	70.5	68.96	48.7	37.57	105	24.02	39.78	28.31
69.75	53.49	81.44	70.4	63.21	51.3	36.23	29.33	25.92	14.24	-----	20.61
52.32	42.87	55.91	55.2	48.7	35.23	25.45	14.55	21.68	-----	-----	14.46
27.54	31.45	42.87	28.6	36.12	28.96	19.26	-----	15.58	-----	-----	-----
16.93	24.66	32.88	25.4	27.31	17.56	16.66	-----	-----	-----	-----	-----
10.583	16.2	15.84	16.8	19.66	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

## 5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL DE LAS MUESTRAS DE SALAMIS ANALIZADAS.

En la tabla 16, se muestran los resultados obtenidos para el Análisis Químico Proximal (AQP) de los salamis comerciales estudiados.

En cuanto al contenido de proteína, la norma establece un mínimo de 15% (NMX-F-142-1970) por lo que se puede ver que solo uno de los salamis se encuentra por debajo del límite establecido en la norma, pero que a su vez es el producto de menor costo en el mercado. En general, los productos cumplen con el contenido mínimo de proteína, y es evidente que el % de proteína varía directamente con el precio del producto, así el salami de mayor costo tendrá mayor % de proteína (mayor cantidad de carne en la elaboración), y el de menor costo un menor % de proteína. Así mismo todos los salamis presentan un contenido de proteína significativo (por lo tanto puede suponerse una adecuada elaboración de dicho producto), por tanto es adecuada la aplicación de un análisis electroforético para saber el origen de ésta.

A su vez, ninguno de los salamis analizados sobrepasan los contenidos máximos de grasa y humedad establecidos en la norma ( 85% y 60% respectivamente) (NMX-F-142-1970), con lo que se puede suponer una adecuada elaboración del producto, pues si los productos salieran de los rangos estipulados se puede sospechar una elaboración inadecuada del producto y existiría la posibilidad de una adulteración.

Así mismo el contenido de cenizas no está reglamentado en la norma debido a que éstas no son determinantes ni reflejan ninguna anomalía en la elaboración del producto, así mismo la presencia de éstas es muy baja y su contenido no varía en función del costo, pues en la elaboración de cualquier salami se emplean especias, así como sales curantes, etc, las cuales se ven reflejadas

en la composición final del producto, sin embargo un nivel elevado de cenizas podría ser indicativo de adulteración.

La cantidad de carbohidratos fue determinada por diferencia, presentando un mínimo contenido en las muestras, esto es por que la carne así como las especias y condimentos adicionados en el proceso de elaboración presentan un mínimo o nulo de estos,

En general son productos en los que se puede suponer una adecuada elaboración y una buena calidad desde el punto de vista químico, y que cumplen con lo estipulado por la norma, lo cual era de esperarse, pues son productos de un costo considerable y que se venden en tiendas de prestigio.

## COMPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE SALAMI EN CUANTO A SU COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL (%) CON UN NIVEL DE SIGNIFICANCIA DEL 95%

### PROTEINA

Como se puede observar en la Tabla 17, la similitud entre las diferentes muestras queda de la siguiente manera:

- S1, S2 y S3 tienen un contenido de proteína del 28% y un precio en el mercado superior a los 300 pesos.
- S4 contiene el 26.5 % de proteína y un precio de 205 pesos y no hay ningún salami que se le parezca.
- S5 y S6 presentan el 25% de proteína y un precio en el mercado de 170 a 180 pesos.
- S7 y S8 contienen al rededor de 22% de proteína y un precio de 150 a 156 pesos.
- S9 y S10 tienen un contenido de proteína del 20% y un precio en el mercado de 130 pesos.
- S11 no tiene similitud alguna con otro salami y presenta el 15% de proteína y un precio de 123 pesos.
- S12 es el salami de menor costo (46 pesos) y menor contenido de proteína (12.8%) no cumpliendo con los límites establecidos por la norma.

Como se puede apreciar existe una similitud en precio entre los salamis que presentan una cantidad igual de proteína, por lo que es de suponerse que en estos grupos el aporte proteico puede deberse a que en la elaboración se utilizó un mayor porcentaje de carne magra

En lo que se refiere a los demás componentes (grasa, humedad y cenizas), tienen un comportamiento que no presenta correspondencia alguna con un patrón específico o con algún ingrediente, por lo que suponemos la variación de estos obedece a un fin de presentación como lo son la palatabilidad, consistencia, sabor, o al proceso en si, como lo sería un producto mas seco, madurado, de sabor mas fuerte, mayor resistencia al corte, de forma, etc.

## ELECTROFORESIS EN GELES DE ACRILAMIDA - BISACRILAMIDA.

Como se puede ver en la **figura 1**, los bandeos proteicos no se observan con claridad pues existe una sobreposición de bandas a lo largo del gel separador. Esto se debe a que como el tamaño del poro del gel es grande (por la baja concentración de acrilamida - bisacrilamida) el desplazamiento de las proteínas durante la corrida presenta poca resistencia y tanto los péptidos de bajo peso molecular, como los de alto peso molecular se mueven con facilidad provocando un amontonamiento de estos. (17,19)

Con el propósito de obtener un gel que permitiera identificar las bandas con mayor claridad, se elaboró un gel de concentración de acrilamida - bisacrilamida del 12%.

En la **figura 2**, los bandeos se perciben con mayor claridad, esto debido a que el tamaño del poro del gel separador es mas pequeño (por que la concentración de acrilamida - bisacrilamida es mayor) con lo que el desplazamiento de los péptidos a lo largo del gel presenta mayor resistencia y los péptidos de bajo peso molecular se desplazan mas rápido que los de elevado peso molecular, provocando una mayor separación de los péptidos, lo que se refleja en un bandeo mas claro facilitando su análisis.

En este gel se puede identificar al mismo péptido referido con anterioridad ( en el análisis de la figura 1) y se aprecia mas la diferencia existente entre los perfiles de las diferentes proteínas.

En las **figuras 3 y 4**, se aprecia el perfil de las muestras, en los cuales, ninguno muestra el péptido característico de la soya con lo cual es evidente que ésta no fue utilizada en el proceso de elaboración de dichos productos.

Como dicho péptido resiste las operaciones involucradas en la elaboración de un producto cárnico, puede ser tomado como una referencia para identificar la presencia de proteína de soya en los productos antes mencionados.

Con el propósito de identificar con mas claridad el péptido característico de la soya (el cual se puede ver es de bajo peso molecular), se elaboraron dos geles con una concentración de acrilamida - bisacrilamida del 15%, ya que como se ha mencionado a ésta concentración el poro del gel es mayor y presenta una mayor resistencia al desplazamiento de los péptidos, con lo cual los péptidos de bajo peso molecular se desplazarán con mayor facilidad a lo largo del gel en comparación con los de elevado peso molecular, por lo que en el gel se percibirá un amontonamiento de los péptidos de elevado peso molecular en la parte superior del gel y una mayor separación de los péptidos de bajo peso molecular en la parte inferior del gel.

En las **figuras 5 y 6**, se aprecia con mayor claridad el péptido característico de la soya ( como se había supuesto a partir de la obtención de los geles anteriores), el cual no se presenta en las carnes analizadas ni en las muestras de salami lo cual se puede tomar como referencia y del mismo modo determinar que los salamis analizados no muestran adulteración por proteína de soya.

#### **ANÁLISIS DE LOS PESOS MOLECULARES DE LAS BANDAS PRESENTES EN LOS GELES.**

Para poder establecer los pesos moleculares de las proteínas presentes en los salamis se utilizó un software denominado Kodak Digital Science 1D (Scientific Imaging System). Después de haber finalizado las corridas electroforéticas y de haber obtenido los geles que contenían las proteínas de todas las muestras, se procedió a digitalizar los geles por medio de un scanner. Este software se emplea teniendo como referencia el marcador de pesos moleculares (Marca Sigma), el cual contiene proteínas con pesos establecidos y conocidos, estos se presentan en la tabla 12. El software da automáticamente los pesos moleculares de cada una de las bandas presentes en el gel

de cada perfil electroforético, es decir, extrapola los valores obtenidos, tomando como referencia el marcador.

## **PESO MOLECULAR DEL PERFIL PROTEICO DE LA SOYA.**

En la tabla **21** se enlistan los pesos moleculares de los péptidos que presentó la soya en la corrida electroforética en los diferentes geles.

Como se ha mencionado previamente y se observa en los geles realizados a una concentración de acrilamida - bisacrilamida de 15% , éstos no permiten un adecuado reconocimiento de los péptidos de alto peso molecular, es por esto que en dichos geles los péptidos de soya de elevado peso molecular no se aprecian ni en el gel ni al efectuar el análisis en el programa.

Por el contrario en los geles elaborados con una concentración de acrilamida - bisacrilamida de 12%, los péptidos si se aprecian claramente en los geles y pudieron ser evaluados con el programa. Esto se debe a que el tamaño de poro del gel de concentración de acrilamida - bisacrilamida 12% es mas grande que el de concentración 15%.

Así mismo el gel elaborado a una concentración de 10% permite identificar tanto los péptidos de alto como de bajo peso molecular, aunque a simple vista no se identifican claramente, el programa si logra realizar un análisis adecuado.

Se determinó un rango para el valor del peso molecular del péptido característico de la soya el cuyos valores están entre 6.90531 a 7.31669 kDa, con un grado de confianza del 95%. Dicho valor del peso molecular corresponde a una proteína llamada inhibidor de tripsina 2. <sup>(44)</sup>

## **COMPARACIÓN DE LOS PERFILES PROTEICOS DE LA PROTEÍNA DE SOYA, RES, CERDO Y POLLO.**

En la tabla 26 se enlistan los pesos moleculares de la proteína de soya así como de las carnes de res, cerdo y pollo en los que se observa claramente que solo la soya muestra el peso molecular correspondiente a inhibidor de tripsina 2, lo cual lo hace fácil de identificar su presencia en productos elaborados a partir de cualquiera de estos tres tipos de carnes, ya que si en la corrida electroforética del producto aparece este péptido, es evidente que se utilizó proteína de soya en su elaboración, por el contrario si solo aparecen los péptidos correspondientes a los perfiles de las otras carnes, se puede suponer que fue elaborado adecuadamente.

Como se ha mencionado, una vez obtenido el péptido característico de la soya, se sometieron a un análisis electroforético 12 muestras de salami únicamente para verificar si estas presentaban el péptido de la soya y determinar así su posible adulteración.

### **PERFILES PROTEICOS DE LAS MUESTRAS DE SALAMI ANALIZADAS.**

En la tabla 27 se muestran los pesos moleculares de las muestras de salami analizadas, las cuales no presentan el péptido de peso molecular correspondiente al inhibidor de tripsina 2, por lo que se puede suponer que no se utilizó proteína de soya en su elaboración. En las corridas de las muestras 8, 9, 10, 11 y 12 se utilizó una concentración de acrilamida - bisacrilamida del 15%.

Los ensayos electroforéticos realizados a las diferentes muestras de salami analizadas, fueron con el fin de detectar la presencia de la banda proteica característica de la proteína de soya, por tanto, se llevaron a cabo sin importar la concentración del gel, pues lo único que se quería comparar era si estas presentaban dicho péptido.

## 6. CONCLUSIONES

De las pruebas de AQP realizadas a las muestras de salami se pudo observar que este tipo de productos son una fuente importante de proteínas debido a su alto contenido de las mismas, también son una fuente importante de energía por su alto contenido en grasa.

Respecto a la norma, todos los productos analizados están dentro de los límites establecidos y la variación en la composición química de los mismos se debe al porcentaje de carne magra-grasa utilizada en el proceso de elaboración, así mismo el salami que mostró un mayor contenido proteico es el que presentó un mayor precio en el mercado, este salami fue el de la marca Daniele Calabrese, con un precio al público de \$333.00.

En las corridas electroforéticas se obtuvo el péptido característico de la soya que lo diferencian de la carne de res, cerdo, pollo, el cual tiene un peso molecular entre 6.90531 a 7.31669 kDa (correspondiente al inhibidor de Tripsina 2), con un grado de confianza del 95%, con lo que, cualquier tipo de producto que se elabore usando como materia prima las carnes analizadas no debe presentar este péptido al realizarse un análisis electroforético, ya que si lo presenta quiere decir que es un producto en el que se empleó proteína de soya como sustituto parcial de carne en su elaboración, con lo cual el producto es adulterado, por lo tanto, se puede concluir que:

- Con lo que respecta a la técnica de electroforesis en geles de acrilamida - bisacrilamida, se puede decir que es adecuada y ofrece las ventajas de ser aplicada a la determinación de adulterantes de este tipo.
- El gel elaborado con una concentración de acrilamida-bisacrilamida del 10% no permite identificar claramente los bandeos correspondientes a los perfiles electroforéticos de las muestras de proteínas analizadas.

- El gel elaborado con una concentración de acrilamida - bisacrilamida del 12% muestra claramente los perfiles electroforéticos de las proteínas, pero no permite una clara identificación del péptido característico de la soya que la diferencia de la proteína de la carne de res, cerdo y pollo
- El gel elaborado con una concentración de acrilamida - bisacrilamida del 15% no muestra los perfiles electroforéticos de las proteínas de las muestras analizadas, pero se puede identificar con una mayor precisión y claridad el péptido característico de la soya, ya que este es el único que está en la parte inferior del gel.

Los salamis analizados no presentan el péptido característico de la soya, por lo que se concluye que en su proceso de elaboración no fue empleada la proteína de soya como sustituto parcial de carne, y por lo tanto no se engaña al consumidor al informársele que es un producto elaborado a base de carne.

Siendo una técnica cualitativa, nos indica claramente el origen de la proteína presente en un producto, además se comprobó la utilidad del método para la separación e identificación de las proteínas cárnicas y no cárnicas.

## 7. LITERATURA CONSULTADA

- 1.- **AMO V.A.**,(1980). "Industria de la carne, salazones y chasinerías", A.E.D.O.S. Barcelona España p.23-36
- 2.- **ASOCIACIÓN AMERICANA DE LA SOYA.**,(1997). "Proteínas comestibles de la soya y sus usos" . Asa/México p. 1-2.
- 3.- **ASOCIACIÓN AMERICANA DE LA SOYA.**, (1996)." Usos comestibles de la proteína de soya". Asa/México, p. 5-10
- 4.- **BADUI D. S.**, (1986). "Química de los alimentos", Alhambra. México D.F. p. 151-331
- 5.- **BELITZ H.D.**,(1988)."Química de los alimentos". Acribia S.A., Zaragoza, España. p. 451.
- 6.- **BENAVENT L. A.**, (1996), "Procesos de elaboración de alimentos", Libro Apunte No. 43. Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Departamento de Tecnología de Alimentos, Valencia, España. p. 30-33
- 7.- **BOLLAG D. M., EDELSTEIN S. J., ROZYCKI M. D.**, (1996), "Protein methods", 2da. Ed., New York, USA
- 8.- **CARBALLO B., LÓPEZ DE T. G.**, (1991), "Manual de bioquímica y tecnología de la carne", Ediciones Madrid Vicente, Madrid, España. p. 53-60
- 9.- **CARBONELL G.N.**,(1995). "Implementación de una técnica para la evaluación de la adulteración de jamón cocido con proteína de origen no cárnico".Tesis. FES-Cuautitlán. UNAM. p. 10-75.
- 10.- **CHEFTEL J. C.**, (1977). "Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos". Vol I., Acribia S.A., Zaragoza, España. p. 65-86
- 11.- **CORETTI K.**,(1986)."Embutidos, elaboración y defectos", Acribia S.A., Zaragoza, España. p. 136.
- 12.- **D'OCAN N. M., GARCIA G. S., VICENTE J. C.**, (1999), "Fundamentos y Técnicas de Análisis Bioquímico, Principios de análisis Instrumental" Serie: Ciencias de la salud, Paraninfo, Madrid, España. p. 60-64

- 13.- **FORREST C. J.**, (1979), "Fundamentos de la ciencia de la carne", Acribia S.A., Zaragoza, España.
- 14.- **FREY WERNEY.**, 1983), "Fabricación de fiambre de embutidos", Acribia S.A., Zaragoza, España. p. 251-278.
- 15.- **FURIA E.T.**,(1975)."Handbook of food additives" C.B.C.Press. p 87-105...
- 16.- **GERHARDT U.**,(1975)."Especias y condimentos", Acribia S.A., Zaragoza, España. No. 9. p. 26.
- 17.- "Hand Book of Bioseparation", (1933), Serie: Separation science and technology, Sattinder Ahuja, , Volumen 2, San Diego California , USA.
- 18.- **HEINZ WEILING, GUTMACHER E.**,(1973). "Tecnología práctica de la carne", Acribia S.A., Zaragoza, España. p. 109-118.
- 19.- **HOEFFER SCIENTIFIC INSTRUMENTS.**,(1992)."Instructions SE 250-Mighty Small II Slab Gel Electrophoresis Unit. San Francisco, California E.U. p. 25.
- 20.- [http://www.biopsicologia.net/fichas/page\\_641.html](http://www.biopsicologia.net/fichas/page_641.html)>
- 21.- <http://www.monografias.com/trabajos7/broma/broma.shtml>
- 22.- **KARMAS E.**,(1975)."Fresh meat technology". Noyes Data corporation. p.10-30
- 23.-**KRAMLICH, PEARSON AND TAUBER.**,(1980). "Processed Meats". 30a impression, AVI Publishing, West Conecticut. E.U. p 21-42.
- 24.- **LAEMLI, V.K.**,(1970)."Cleavage of estructural proteins the assembly of the head of bacteriophage T4"..Nature Vol (227):680-685.
- 25.- **LA WRIE,R.A.**,(1977)."La ciencia de la carne". Acribia S.A., Zaragoza, España
- 26.- **LEYVAS,J.m.**,(1989)."Panorama de la industrias de las carnes frías en México". Industria Alimentaria.20(7-8):15-19
- 27.- **LÓPEZ D.Z.C.**,(1991). "Estudio de la implantación de la grasa de bovino(sebo) para la elaboración de una emulsión cárnica (salchicha tipo viena).Tesis. FES- Cuautitlán.UNAM. p. 20-51.
- 28.- **MULLER H. G., TOBIN G.**, (1998), "Nutrición y Ciencia de los alimentos" , Acribia S.A., Zaragoza, España. p. 235-247
- 29.- **MULTON J.C.**, (1983). "Aditivos y auxiliares de fabricación en industrias agroalimentarias". Acribia S.A., Zaragoza España. p. 31-64

- 30.-**Nieto G. M. T., Santillana López M. I., Ruiz Martínez E.,** (1988). "Efecto producido por el tratamiento térmico en proteínas no cárnicas añadidas a productos cárnicos, mediante electroforesis vertical (PAGE - SDS)". Rev. Alimentaria, Julio-Agosto p. 19-26.
- 31.- **NINIVARA F. P.,**(1973)."Valor nutritivo de la carne. Ciencia y tecnología de la carne, teoría práctica". Acribia S.A., Zaragoza, España. p. 39-96.
- 32.- **OLIVERA C. M., VALENCIA M.E.,**(1990)."Detección y cuantificación de soya en productos cárnicos por electroforesis I. Estudio en sistemas modelo". Rev. Agroquímica de los alimentos Vol (30/4) p. 509-517.
- 33.- **OLIVERA C. M., VALENCIA M.E.,**(1990)."Detección y cuantificación de soya en productos no cárnicos por electroforesis II. Identificación e interferencia de otras proteínas diferentes a la soya". Rev. Agroquímica de los alimentos Vol (30/4):518-527.
- 34.- **OROZCO L.E.M.,**(1996). "Evaluación de la presencia de proteína de soya en quesos tipo manchego expendidos en la ciudad de México". Tesis. FES-Cuautitlán. UNAM. p. 46-65.
- 35.- **PASCOE CH.P.,**(1992)."Concentrados proteicos en los productos cárnicos ". Rev. Lácteos y cárnicos mexicanos. p. 4-32.
- 36.- **PEARSON D.,**(1998)."Técnicas de laboratorio para el Análisis de Alimentos", Acribia S.A., Zaragoza, España. p. 39-71.
- 37.- PROTEIN TECHNOLOGY INTERNATIONAL. supra 595.
- 38.- **RAKOSKY J.,**(1989)."Protein Additives in foodservice preparations". AVI Publishing Company New York. p. 71-90.
- 39.- **REID S.N. CARREN.,**(1975). "Processed meat technology". Noyes data corporation . p. 17-23.
- 40.- **SÁNCHEZ, L.A.,**(2002)."Manual de Análisis de la carne y productos cárnicos". Tesis. FES-Cuautitlán. UNAM. p. 5,6, 75-79,85-88,115,136.
- 41.- **SECOFI.**(1970). " Norma Mexicana para salami cocido." NMX-F-142-1970. Dirección general de normas.
- 42.- **SECOFI.**(1970)."Guías empresariales, embutidos". Limusa, México D.F. p. 32-37.
- 43.- **SECOFI.**(1982)."Manuales para la educación agropecuaria; Elaboración de productos cárnicos". Limusa, México D.F. p. 32-37.

44.- **TRIOLA F.M.**,(2000). "Estadística elemental". Addison Wesley Longman, México. p. 582,720.

45.- **UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE.**, (1986). " Composition of Foods".  
Washington D.C. USDA Handbook. p.8-16

46.- **VAZQUEZ A.A.**,(2002). "Evaluación de la calidad proteica en salchichas comerciales tipo viena  
expandidas en la ciudad de México".Tesis. FES-Cuautitlán. UNAM. p. 29-46.

## 8. APÉNDICE 1

### DETERMINACION DE PROTEÍNA POR EL MÉTODO MICROKJELDAHL (Determinación de nitrógeno total)

**FUNDAMENTO:** Se basa en la combustión en húmedo de la muestra por calentamiento con ácido sulfúrico concentrado en presencia de catalizadores metálicos y de otro tipo para reducir el nitrógeno orgánico de la muestra hasta amoniaco, el cual queda en solución en forma de sulfato de amonio. El digerido, una vez alcalinizado, se destila directamente o por arrastre con vapor para desprender el amoniaco, el cual es atrapado y luego se titula.

-Colocar en un matraz Microkjeldahl:

0.1 gr. de muestra

1.5 gr. de sulfato de sodio anhidro

0.2 gr. de sulfato de cobre

2 ml de ácido sulfúrico concentrado

-Llevar el matraz Microkjeldahl con la mezcla al digestor donde se calienta en forma suave el matraz en posición inclinada hasta que deja de hacer espuma; después se mantiene en ebullición enérgica durante 2 horas.

-En un matraz Erlenmeyer de 200 ml colocar 50 ml de ácido bórico 4 % y 3 gotas de indicador Weslow (rojo de metilo y verde de Bromilo).

- Llevar el contenido del matraz Microkjeldahl al destilador y adicionarle hidróxido de sodio 40%.
- Recuperar los vapores de la destilación ( Nitrógeno desprendido en forma de amoniaco) en el matraz Erlenmeyer que contiene el ácido bórico y el Weslow; hasta que se alcance un volumen de 125 ml.
- Titular el contenido del matraz Erlenmeyer con HCl 0.01N .
- Realizar los cálculos correspondientes:

$$\% N = \frac{(\text{ml. de HCl} - \text{ml. de blanco}) \times N \times 0.014007}{\text{mg. de muestra}} \times 100$$

En donde:

% N = Porcentaje de nitrógeno

N = Normalidad del ácido

%P = %N x F

%P= Porcentaje de proteína

F= Factor que depende del alimento (35)

### 3.3.2 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD POR EL MÉTODO DE ESTUFA

**FUNDAMENTO:** Incluye la determinación de la pérdida de peso debida a la evaporación de agua en un punto de ebullición o temperaturas cercanas a el.

- Se pesan 5 g. de arena ( previamente lavada con ácido sulfúrico) en un crisol metálico plano y se agregan 2 g. de muestra.
- Se toma el peso total del crisol con su contenido y se lleva a la estufa a 70°C por 3 horas.
- Se enfría el crisol con su contenido en un desecador , se pesa y se realizan los cálculos correspondientes.

$$\% H = \frac{(P_1 - P_2)}{P_3} \times 100$$

En donde:

P1: Peso inicial del crisol

P2: Peso final del crisol

P3: Peso de la muestra <sub>(35)</sub>

### 3.3.3 DETERMINACIÓN DE GRASA POR EL MÉTODO DE WERNER- SCHMITH (Extracción por solubilización).

**FUNDAMENTO:** El contenido de grasa ( algunas veces llamado extracto etéreo, grasa neutra o grasa cruda), el cual puede ser considerado como formado de constituyentes lípidos libres, es aquel que puede ser extraído por disolventes menos polares, como fracciones ligeras del petróleo y éter etílico, mientras que los lípidos enlazados requieren de disolventes mas polares para su extracción. Estos pueden separarse por hidrólisis u otros tratamientos químicos para obtener el lípido libre.

- Pesar 4g. de muestra en un vaso de precipitado de 100 ml .
- Adicionar 20ml de HCL 6N a la muestra, tapar este con un vidrio de reloj y someterlo a un calentamiento de 60 °C durante 1 hora. (Hasta que la muestra presente un color negro).
- Verter la muestra en un tubo Mojonier.
- Agregar 40ml de éter de petróleo, realizar 30 inmersiones; separar el sobrenadante vertiéndolo en un matraz bola de 250ml ( previamente a peso constante) y dejar la parte oscura, repetir esta operación 3 veces.
- Evaporar en un rotavapor a sequedad los matraces bola.
- Poner a peso constante los matraces bola en estufa a 70°C por 3 horas.
- Calcular por diferencia de peso del matraz, la cantidad de grasa.

$$\% G = \frac{(A-B)}{C} \times 100$$

En donde:

A: Peso constante del matraz mas el peso de la grasa

B: Peso constante del matraz

C: Peso de la muestra<sub>(35)</sub>

### 3.3.4 MÉTODO GENERAL PARA LA DETERMINACIÓN DE CENIZAS TOTALES.

**FUNDAMENTO:** La ceniza de un producto alimentario es el residuo inorgánico que queda después de quemar la materia orgánica. La ceniza obtenida no tiene necesariamente la misma composición que la materia orgánica del alimento original, ya que puede haber pérdidas por volatilización o alguna interacción entre los componentes.

-Pesar 5 g. de muestra en un crisol de silice, (previamente a peso constante)

-El crisol y su contenido se incineran, primero en forma suave, con flama baja hasta que se carboniza y luego en una mufla a 500°C - 550°C.

-El crisol con las cenizas se pesan y se realizan los cálculos correspondientes.

$$\% C = \frac{(P_1 - P_2)}{P_3} \times 100$$

En donde:

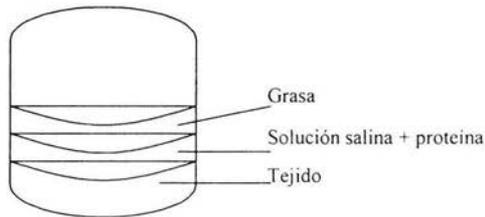
P1= Peso del crisol + cenizas

P2 = Peso constante del crisol

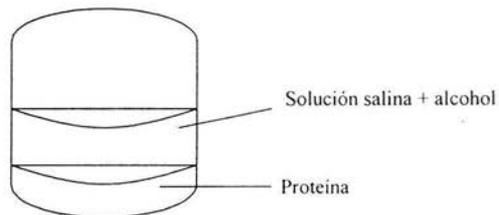
P3= Peso de la muestra<sub>(35)</sub>

### 3.3.5 EXTRACCION PROTEICA

- Se pesaron 25 g. de muestra.
- Se adicionaron 100ml de NaCl 1Molar a la muestra y se licua hasta homogeneizar (1 minuto aprox.).
- Se tomaron 25ml de la muestra licuada y se adicionan 25ml de NaCl 1Molar.
- La mezcla anterior se centrifuga a 3500 rev./min. durante 45 minutos.
- Se obtienen 3 capas.



- Se extrae la solución salina mas proteína y se le adicionan 100ml de alcohol etílico concentrado y frío.
- Se deja la mezcla en refrigeración por 3 horas.
- Se centrifuga la mezcla a 3500 rev./min. durante 15 minutos.
- Se obtienen 2 capas.



- Se retira el alcohol mas la solución salina.
- Se resuspende la proteína en agua destilada. (45)

## ÍNDICE DE TABLAS

- TABLA 1:** Costos de Kg de carne Vs. Kg de proteína de soya y el % de proteína en la Ciudad de México en el 2003 (Costo aproximado).
- TABLA 2:** Composición Química de las carnes en México (%)
- TABLA 3:** Diferentes tipos de tripas usados en la industria cárnica
- TABLA 4:** Especificaciones de la composición química del salami según la NMX-F-142-1970
- TABLA 5:** Porcentaje de aminoácidos presentes en la proteína de soya
- TABLA 6:** Composición de productos de soya (100g)
- TABLA 7:** Producción anual de soya en México y otros países del mundo.
- TABLA 8:** Propiedades funcionales de la proteína de la soya y su aplicación en la industria alimentaria.
- TABLA 9:** Clasificación de aditivos por el Codex Alimentarius
- TABLA 10:** Soportes no selectivos utilizados en la técnica de electroforesis.
- TABLA 11:** Soportes selectivos utilizados en la técnica de electroforesis.
- TABLA 12:** Marcador de pesos moleculares.
- TABLA 13:** Composición del gel tapón (fondo).
- TABLA 14:** Composición del gel separador a diferentes concentraciones.
- TABLA 15:** Composición del gel concentrador.
- TABLA 16:** Composición químico proximal (%) y costo de las muestras de salami analizadas.
- TABLA 17:** Comparación de las muestras de salami en cuanto a su composición química proximal (%) con un nivel de significancia del 95 %.
- TABLA 18:** Pesos moleculares de los péptidos (bandas) que se presentan en los geles de soya.
- TABLA 19:** Pesos moleculares de la proteína de soya, res, cerdo y pollo.
- TABLA 20:** Pesos moleculares de la proteína de los salamis analizados.

## 10. ÍNDICE DE DIAGRAMAS

**DIAGRAMA 1:** Clasificación de la carne

**DIAGRAMA 2:** Proceso básico en embutidos

**DIAGRAMA 3:** Proceso de elaboración de salami

## 11. ÍNDICE DE FIGURAS

**FIGURA 1:** Perfil electroforético de la proteína de soya, de la carne de res, cerdo y pollo. (gel de concentración de acrilamida - bisacrilamida del 10%)

**FIGURA 2:** Perfil electroforético de la proteína de soya, de la carne pollo, cerdo, res, así como de las muestras : S1, S2 y S3. (gel de concentración de acrilamida - bisacrilamida del 12%)

**FIGURA 3:** Perfil electroforético de la proteína de las muestras S4, S5 y S6. (gel de concentración de acrilamida - bisacrilamida del 12%)

**FIGURA 4:** Perfil electroforético de la proteína de la muestra S7. (gel de concentración de acrilamida - bisacrilamida del 12%)

**FIGURA 5:** Perfil electroforético de la proteína de las muestras S8, S9, así como de la soya y de la carne de res, cerdo y pollo. (gel de concentración de acrilamida - bisacrilamida del 15%)

**FIGURA 6:** Perfil electroforético de la proteína de las muestras S12, S11 y S10, así como de la soya y de la carne de res, cerdo y pollo. (gel de concentración de acrilamida - bisacrilamida del 15%)