



5
2ej.
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

EVALUACION DEL TIPO DE PROTEINAS
PRESENTES EN EMBUTIDOS COMERCIALES TIPO
"JAMON COCIDO" EXPENDIDOS EN LA CIUDAD DE
MEXICO MEDIANTE PATRONES
ELECTROFORETICOS EN GELES DE
POLIACRILAMIDA.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERA EN ALIMENTOS

P R E S E N T A :
ANA LUISA JASSO SANCHEZ

DIRECTOR DE TESIS: DRA. SARA E. VALDES MARTINEZ.

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO.

1998.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

259447



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 está 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.



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



UNIVERSIDAD NACIONAL
 AVENIDA DE
 MEXICO

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
 DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
 P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
 Jefe del Departamento de Exámenes
 Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:
Evaluación del tipo de proteínas presentes en embutidos comerciales tipo "jamón cocido" expendidos en la Ciudad de México mediante patrones electroforéticos en geles de poliacrilamida
 que presenta la pasante: Ana Luisa Jasso Sánchez
 con número de cuenta: 8733646-3 para obtener el TITULO de:
Ingeniera 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, Edo. de Méx., a 13 de Agosto de 1997

| | | |
|---------------|--|--|
| PRESIDENTE | <u>I.B.Q. Francisco Montiel Sosa</u> | |
| VOCAL | <u>Dra. Sara E. Valdés Martínez</u> | |
| SECRETARIO | <u>L.N. Adriana Llorente Bousquets</u> | |
| 1er. SUPLENTE | <u>I.A. Laura M. Cortazar Figueroa</u> | |
| 2do. SUPLENTE | <u>I.B.Q. Leticia Figueroa Villareal</u> | |

ESTE TRABAJO ESTA DEDICADO A MI MAMÁ LUISA

FOR SU AMOR Y EJEMPLO

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES.

María Luisa y Estanislao por su infinito amor, por su apoyo incondicional y por haber guiado mis pasos siempre con sabiduría. Por ser los seres universalmente más queridos.
GRACIAS.

A MIS HERMANAS.

Elena y Bere con quienes he compartido algo más que la vida, por brindarme su amor, por ser mis mejores amigas y el mejor de los refugios.

A LA FAMILIA RIOS JASSO.

Toño, Juanita, Rosy y Juan por ser mi segunda familia. Gracias por su amor y apoyo.

A la Dra. Sara Valdés Martínez por confiar en mí, por darme la oportunidad de trabajar a su lado y por compartirme su conocimiento.

A la Dra. Susana Mendoza por su amistad y por las facilidades brindadas para la elaboración de este trabajo.

Al M. en C. Edgar Aguilera Cerón por su guía y por ser parte medular de este trabajo.

A los miembros del jurado. I.B.Q. Francisco Montiel Sosa, L.N. Adriana Llorente Bousquets, I.A. Laura Cortazar Figueroa, I.B.Q. Leticia Figueroa Villareal por su disposición y atinados comentarios.

A MIS AMIGOS.

Toño, Alex y Víctor por una carrera juntos, por su cariño y amistad.

A Mario por ser una persona especial, por esa comunicación y gran cariño que hacen prescindible el decir el porque.

A MIS AMIGAS.

Selene, Caro y Claudia por su compañía, por su apoyo y afecto.

A Ana Jiux por tu ayuda, por apoyarme siempre, por tu cariño y por seguir siendo mi AMIGA.

A quien sin ser vegetal ha viajado cual hoja al sur en el invierno iluminando mi vida con su presencia, llenándome de un inmenso amor que será correspondido por siempre.

INDICE GENERAL

| | |
|--|-----|
| INDICE GENERAL | I |
| INDICE DE FIGURAS | III |
| INDICE DE TABLAS | IV |
| RESUMEN | V |
| INTRODUCCION | 1 |
| | |
| Capítulo I. Antecedentes | 5 |
| 1.1 Carne | 6 |
| 1.1.1 Definición de carne | 6 |
| 1.1.2 Composición de la carne de cerdo | 6 |
| 1.1.3 Estructura de la carne de cerdo | 13 |
| 1.1.4 Sacrificio y prácticas relacionadas | 14 |
| 1.1.5 Conversión de músculo a carne | 16 |
| 1.1.6 Conservación de la carne de cerdo | 20 |
| | |
| 1.2 Embutidos | 24 |
| 1.2.1 Clasificación de embutidos | 24 |
| 1.2.2 Definición de jamón cocido | 26 |
| 1.2.3 Proceso de elaboración de jamón cocido | 26 |
| 1.2.4 Propiedades de los ingredientes | 32 |
| | |
| 1.3 Adulteraciones | 38 |
| 1.3.1 Concentrados proteicos en productos cárnicos | 40 |
| 1.3.2 Métodos de determinación | 43 |
| | |
| 1.4 Electroforesis | 44 |
| 1.4.1 Electroforesis en geles de poliacrilamida | 46 |
| | |
| Objetivos | 48 |
| | |
| Capítulo II. Materiales y Métodos. | 49 |
| Descripción del cuadro metodológico | 50 |
| 2.1 Selección de jamones | 50 |
| 2.2 Elaboración de jamón patrón | 52 |
| 2.3 Análisis Químico Proximal | 56 |
| 2.4 Extracción de proteína | 57 |
| 2.5 Electroforesis en geles de poliacrilamida | 58 |
| 2.5.1 Obtención de pesos moleculares | 59 |

| | |
|--|-----|
| Capítulo III. Análisis y discusión de resultados. | 61 |
| 3.1 Análisis Químico Proximal | 62 |
| 3.2 Electroforesis en geles de poliacrilamida | 66 |
| 3.2.1 Perfil electroforético de patrones | 66 |
| 3.2.2 Perfil electroforético de jamones comerciales | 76 |
| | |
| Capítulo IV. Conclusiones y Recomendaciones | 87 |
| | |
| Anexos | 91 |
| I Norma Oficial Mexicana Jamón Cocido | 92 |
| II Pirámide de calidades para la comercialización de jamones | 104 |
| III Técnica Bradford para determinación de proteínas | 107 |
| IV Montaje y preparación de geles | 109 |
| | |
| Referencias Bibliográficas | 116 |

INDICE DE FIGURAS

| | | |
|----------------------|---|----|
| • Diagrama 1. | Elaboración de jamón cocido. | 27 |
| • Diagrama 2. | Cuadro metodológico. | 51 |
| • Diagrama 3. | Elaboración de jamón patrn. | 53 |
| • Figura 1. | Perfil electroforético de patrones. | 68 |
| • Gráfica 1. | Curva patrón para determinación de proteínas. | 69 |
| • Figura 2. | Perfil electroforético de jamones comerciales. Grado de calidad Extrafino | 77 |
| • Figura 3. | Perfil electroforético de jamones comerciales. Grado de calidad Fino | 77 |
| • Figura 4. | Perfil electroforético de jamones comerciales. Grado de calidad Preferente | 78 |
| • Figura 5. | Perfil electroforético de jamones comerciales. Grado de calidad Económico | 78 |
| • Figura 6. | Perfil electroforético de jamones comerciales. Grado de calidad Intermedio | 79 |
| • Figura 7. | Perfil electroforético de jamones comerciales. Grado de calidad Popular | 79 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| • Tabla 1. Composición de la carne de cerdo. | 7 |
| • Tabla 2. Formulación de jamón cocido. | 31 |
| • Tabla 3. Composición de salmuera de curado para la elaboración de jamón patrón. | 54 |
| • Tabla 4. Técnicas analíticas para la determinación del AQP. | 56 |
| • Tabla 5. Análisis químico proximal de embutidos comerciales tipo "jamón cocido". | 63 |
| • Tabla 6. Contenido porcentual de proteína por grado de calidad. | 65 |
| • Tabla 7. Contenido porcentual de proteína por marca. | 67 |
| • Tabla 8. Pesos moleculares de patrones de jamón, soya y caseinato. | 71 |
| • Tabla 9. Proteínas identificadas para jamón patrón. | 73 |
| • Tabla 10. Proteínas identificadas para soya. | 74 |
| • Tabla 11. Proteínas identificadas para caseinato. | 75 |
| • Tabla 12. Porcentaje de bandeo en jamones comerciales. | 80 |
| • Tabla 13. Proteínas de soya presentes en jamones comerciales. | 84 |
| • Tabla 14. Proteínas de caseína presentes en jamones comerciales. | 86 |

RESUMEN

En el presente trabajo se determinó la presencia de fracciones proteicas características de soya y caseinato de calcio en embutidos comerciales tipo "jamón cocido" expendidos en la Ciudad de México, mediante patrones electroforéticos en geles de poliacrilamida. Con base en la variedad de jamones existentes en el mercado se eligieron aquellos que presentaron las características generales que debe tener un embutido tipo "jamón cocido" según lo dicta la Norma Oficial Mexicana (NOM-F-123-s-1982) editada por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). Se realizó el análisis químico proximal de 36 jamones, cuyo precio fluctuó entre \$10.00 y \$54.00 por Kg (1994-1996), teniendo una muestra de 6 jamones de cada grado de calidad. Los resultados obtenidos se compararon con lo establecido en la norma de calidad, encontrando que solo el 5.55% del total de jamones analizados cumplen con el total de las especificaciones de la Norma Oficial. Para conocer el tipo de proteína presente en los jamones comerciales la proteína fue extraída mediante la técnica de Olivera y Valencia (1990) y concentrada en sacos de diálisis; se realizaron corrimientos electroforéticos en geles de poliacrilamida al 12.5% en presencia de dodecilsulfato de sodio (SDS). Por otra parte, se obtuvieron los perfiles electroforéticos de patrones de soya y caseinato de calcio por ser los adulterantes proteicos más comúnmente empleados; así como de jamón patrón, en cada caso los bandeos característicos de cada proteína y los bandeos de los jamones comerciales fueron comparados con los perfiles de las proteínas referencia. Los resultados indicaron la presencia de proteínas de soya y caseína como adulterantes en el total de las marcas de jamón analizadas, en porcentajes variados.

INTRODUCCION

La provisión de alimento para sí mismo y para su familia ha sido una preocupación primaria del hombre desde el comienzo de los tiempos; no obstante que sus necesidades alimentarias se podrían satisfacer en gran parte mediante el consumo de materiales vegetales, siempre ha habido una fuerte preferencia por los alimentos de origen animal, así como sus productos derivados cuyo valor agregado es mayor.

Independientemente de preferencias basadas en el gusto, los alimentos derivados de productos animales constituyen fuentes concentradas de la mayoría de los nutrientes requeridos por el hombre (Potter, 1978).

Es precisamente por su elevado contenido de nutrimentos que la carne es un producto extremadamente perecedero; por lo que desde tiempos prehistóricos ha existido la preocupación por su conservación; los métodos empleados surgieron desde que el hombre descubrió que la sal es un conservador efectivo y que la cocción prolonga la vida útil de la carne (Badui, 1994, Pearson y Tauber, 1984). Los egipcios preservaban la carne salándola o secándola al sol, los romanos fueron los primeros en utilizar hielo y nieve como métodos para conservar alimentos.

La preparación y condimento de determinados tipos de embutidos fueron prácticas comunes en Europa y en los países mediterráneos con bastante anterioridad a la época de los Césares (Pearson y Tauber, 1984).

Dentro de las especies animales más explotadas en México se encuentran los bovinos, cerdos y aves de engorda, de éstas el cerdo es de los animales que más beneficios brinda al hombre, pues casi rinde en carne lo que come y su aprovechamiento comercial es casi total; por tanto le da al hombre entre otras cosas su carne, piel o cuero, lardo, sangre, etc. El producto principal del ganado porcino es la carne en fresco; para este caso en particular se han desarrollado diversos tratamientos que permiten aumentar su vida útil; existe una amplia variedad de productos cárnicos entre los que se encuentran los embutidos los cuales reciben su nombre por que la masa cárnica es inyectada en envolturas naturales o artificiales. Los jamones son productos derivados de la carne que se definen como "El producto alimenticio preparado con la carne de piernas traseras de cerdos sanos, sacrificados bajo inspección sanitaria. Las piernas deben ser recortadas en forma especial, se debe excluir la carne maltratada, además de quitar todos los huesos y dejar prácticamente libre de cartilago, tendones, ligamentos sueltos y tejido conjuntivo. Sometidos a curación y cocimiento. El producto final debe ser empacado y refrigerado" (SECOFI, 1982). Otros de los productos derivados de la carne con gran aceptación por parte de los consumidores son: los pathés, tocino, chorizos, etc. (Desrosier, 1987).

En los últimos años la industria de las carnes frías y embutidos ha tenido un crecimiento acelerado introduciendo paralelamente cambios tecnológicos que le han permitido mejorar su productividad y diversificar su producción. En México, la demanda de productos tipo jamón, los altos costos de materia prima, aditivos,

servicios y mano de obra, aunado a los topes de precio impuestos a los productos, ha conducido a que los productores aumenten sus ganancias al aumentar los rendimientos mediante la adición de componentes proteicos no permitidos oficialmente, afectando en forma mínima las características particulares del producto y cumpliendo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana para Jamón Cocido (NOM-F-123-s-1982) en lo referente al mínimo y máximo de los nutrimentos del jamón. Con el fin de ordenar el mercado de jamones y ampliar la oferta de los mismos, los empacadores acordaron vigilar su calidad y contenido de proteínas, así como la de las materias primas usadas en su fabricación. Para alcanzar la meta marcada, establecieron la Pirámide de Calidad para Jamones, la cual marca como parámetros de calidad el contenido de proteína de origen cárnico y la proteína de origen vegetal o animal adicionada. Se consideraron seis categorías: las calidades extrafino y fino con contenidos mínimos de proteína derivada exclusivamente de carne de cerdo de 18 y 16% respectivamente; en las categorías preferente, económico, intermedio y popular, los contenidos de proteína animal varían entre 14 y 10%. Se permite la adición de proteína vegetal o animal solo en algunos casos en el que el grado de calidad está directamente influido por el costo de producción (Pascoe, 1992; SECOFI, 1990). Como ya se mencionó las proteínas adicionadas a este tipo de productos son los caseinatos de calcio y aislados proteicos de soya, ésto es debido a que permiten cumplir con el parámetro establecido para el contenido proteico total, sin que pueda ser evidenciado el origen de la proteína adicionada

por los métodos tradicionales de análisis (Pascoe,1992; Freixanet y Lagares, 1995)

Tomando en cuenta lo anterior, se decidió realizar un diagnóstico sobre el origen de las proteínas presentes en jamones comerciales de los diferentes grados de calidad, para determinar si se respeta la Norma Oficial Mexicana (NOM-F-123-s-1982) y si el tipo de proteína empleada en la elaboración de los jamones tiene alguna relación con el precio, es decir, si los jamones de costo más elevado están elaborados con carne al 100%.

CAPITULO I
ANTECEDENTES

1.1 CARNE

1.1.1 DEFINICION DE CARNE:

La carne se define como "la parte muscular comestible de los animales de abasto, sacrificados y faenados en condiciones higiénicas. Se incluyen en este concepto las porciones de grasas, hueso, cartílago, piel, tendones, aponeurosis, nervios y vasos linfáticos y sanguíneos que normalmente acompañan al tejido muscular y que no se separan de éste en los procesos de manipulación, preparación y transformación de la carne" (Madrid, 1992).

1.1.2 COMPOSICION QUIMICO-BIOLÓGICA DE LA CARNE DE CERDO:

Hablando en forma general, la carne está compuesta por agua, grasa, proteína, cenizas y una pequeña proporción de carbohidratos. Esta composición puede cambiar dependiendo de varios factores, como: edad del animal, alimentación, forma de sacrificio, etc. En la tabla 1 se presenta la composición química promedio de la carne de cerdo.

Tabla 1. Composición de la carne de cerdo.

| Componente | % |
|-------------------|------------------|
| Agua | 69.5-71.5 |
| Proteína | 18.3-20.7 |
| Grasa | 7.1-9.5 |
| Cenizas | 1.0-2.4 |
| Aporte energético | 156-177 Cal/100g |

López de la Torre, G., Carballo, B., (1991). Manual de bioquímica y tecnología de la carne. A. Madrid Vicente Ediciones, Madrid, España.

PROTEINA.- Desde el punto de vista de la nutrición, los compuestos nitrogenados de la carne son probablemente los más importantes. Estos compuestos pueden dividirse en nitrógeno proteico y no proteico. Entre las materias nitrogenadas no proteicas se encuentran la creatina y creatinina, cuya proporción en la carne es muy constante y constituyen parámetros de calidad que permiten conocer el contenido de carne en embutidos.

Las proteínas son polipéptidos o combinaciones de aminoácidos unidos entre sí por enlaces peptídicos. Al igual que las grasas y carbohidratos, las proteínas contienen carbono, oxígeno e hidrógeno; además de contener nitrógeno en un rango normal de 15.5-18%. Las proteínas de la carne pueden contener también fósforo y hierro (Pearson y Tauber, 1984; López de la Torre y Carballo, 1991).

Existen numerosas clasificaciones de las proteínas; pero actualmente la clasificación más aceptada es la que se refiere simultáneamente a la solubilidad y localización de las proteínas cárnicas. Así tenemos:

- Proteínas insolubles o del estroma: siendo la más importante el colágeno. Son insolubles en medio neutro y por sus características en contenido de aminoácidos no tienen ni triptófano ni lisina, por lo que son de bajo valor biológico. Se ha comprobado que la unidad fundamental del colágeno, el tropocolágeno, está formado por tres cadenas polipeptídicas en hélice, unidas por enlaces muy fuertes que aumentan con la edad del animal, de ahí que sea una proteína difícilmente atacable por enzimas digestivas y, por lo tanto, no deseable en productos cárnicos. Con calentamiento superior a 60°C se transforma en gelatina, de fácil digestión pero que continúa siendo de bajo valor biológico. En cuanto a las propiedades funcionales, es la proteína de peores cualidades. No sólo tiene baja capacidad de retención de agua, sino que además al calentarse se encoje dejando escapar agua, lo que exige que los productos cárnicos que las contienen sigan una tecnología determinada. En cuanto a su capacidad de emulsión es nula (Pearson y Tauber, 1984; López de la Torre y Carballo, 1991).

- Proteínas solubles en solución salina concentrada, miofibrilares: son las más abundantes y responsables de la conversión de energía química en mecánica y de la textura de la carne, y las más importantes según sus propiedades funcionales. Dentro de esta clasificación se encuentra la actina y

miosina. La miosina es la proteína del músculo que tiene mayor capacidad de retención de agua, de emulsificación y de gelificación. Tiene gran cantidad de aminoácidos, aspártico, glutámico y lisina, que son fácilmente ionizables y confieren cargas eléctricas a la proteína, que justifican las anteriores propiedades. Carece de cistina y triptófano. La actina tiene un valor biológico alto porque contiene triptófano y cistina. En ella se halla un aminoácido, la 3-metil-histidina, que no se encuentra en ninguna otra proteína. Un análisis del contenido en este aminoácido nos da idea del contenido de carne en los productos cárnicos (Pearson y Tauber, 1984; López de la Torre y Carballo, 1991).

La asociación actina-miosina da lugar a la contracción muscular durante el *rigor mortis*.

- Proteínas solubles en solución salina diluida, sarcoplásmicas: dentro de esta clasificación se encuentran la mioglobina y las enzimas glucolíticas. Desde el punto de vista tecnológico, la más importante es la mioglobina. La cual es la principal responsable del color de la carne; está constituida por unos 150 aminoácidos y un grupo prostético HEMO que tiene un átomo de hierro y un anillo de porfirina. La mioglobina nativa se presenta en tres formas distintas:

- Mioglobina-Fe²⁺: color rojo púrpura.
- Mioglobina oxigenada-Fe²⁺: color rojo brillante.
- Mioglobina oxigenada-Fe³⁺: color pardo.

Como se puede observar, el color de la carne depende en gran medida del estado de oxidación del hierro del grupo HEMO. En las carnes frescas los tres pigmentos coexisten y se intercambian constantemente, la mioglobina púrpura, en presencia de oxígeno, se puede oxigenar a oximioglobina produciendo el pigmento rojo brillante que da la apariencia que comúnmente se asocia a carne fresca (Pearson y Tauber, 1984; López de la Torre y Carballo, 1991).

AGUA.- La mayor parte del agua de composición de la carne se encuentra en el interior de las células, separadas por la membrana celular y sometidas a cambios iónicos por procesos de ósmosis.

Una fracción de ella acompaña a las sales minerales, ocupa los espacios extracelulares, en forma similar a la del suero sanguíneo. El agua del músculo se encuentra en proporción de un 70% en las proteínas miofibrilares, 20% en las sarcoplásmicas y 10% en el tejido conectivo. El agua está unida al músculo de tres formas diferentes:

- Agua de constitución: 5% del total. Forma parte de la misma carne y no hay forma de extraerla.

- Agua de interfase: está unida a la interfase proteína-agua. Esta agua de interfase se subdivide en agua vecinal, más cercana a la proteína, formando dos, tres o cuatro capas, y agua multicapa, que está más alejada de las proteínas.

-Agua normal: que se subdivide en dos modalidades: agua ocluida, que está retenida en el músculo envuelta en las proteínas gel, y agua libre, que es la que se libera cuando se somete a tratamiento térmico externo (López de la Torre y Carballo, 1991; Badui, 1994).

GRASA: Los lípidos son después de las proteínas los componentes mayoritarios presentes en la carne. Tienen gran importancia por las transformaciones bioquímicas que sufren durante la elaboración de los productos cárnicos. Actualmente la investigación se enfoca a la obtención de un máximo de músculo, asociado a una cantidad óptima de tejido graso, suficiente para asegurar una buena calidad de la carne.

Las grasas presentes en la carne son compuestos químicos de glicerina y ácidos grasos. La composición química de las grasas depende en primer lugar de la especie animal y del tejido del que procede, por ejemplo, entre las grasas de depósito y la intersticial existe diferencia en su composición en ácidos grasos, que las condiciona para su empleo en la industria. De acuerdo con su localización cabe mencionar dos tipos de grasas animales: grasas de depósito y grasas intercaladas entre las fibras musculares.

Los principales lípidos neutros del músculo son los triglicéridos y el colesterol, son excelentes fuentes de energía y transportadores de las vitaminas liposolubles (A,D,E,K), contribuyen a la absorción de la vitamina D y a la

disposición del calcio por los tejidos óseos (Amo, 1980; López de la Torre y Carballo, 1991).

CARBOHIDRATOS: Los carbohidratos representan menos del 1% del peso de la carne, de los carbohidratos presentes el glucógeno representa la mayoría. Dado que el hígado constituye el lugar principal de almacenamiento del glucógeno, la mayoría de los carbohidratos del organismo animal se presentan en dicho órgano, por lo que la mayor parte de los cortes de carne constituyen fuentes pobres de carbohidratos. El glucógeno juega un papel importantísimo en el proceso de maduración de la carne, colaborando en la caída del pH, conjuntamente con ciertos compuestos procedentes de la transformación del ATP.

Los músculos del movimiento son los de mayor contenido en glucógeno, mientras que en los músculos menos móviles solamente se encuentra un 2.5% del contenido total de azúcares (Forrest, 1979; Amo, 1980).

SALES MINERALES: Se encuentran hasta en un 1% aproximadamente del peso de la carne y juegan diferentes papeles en los procesos de maduración y transformación en productos cárnicos. El sodio, potasio y el cloro son los más importantes (Amo, 1980; López de la Torre y Carballo, 1991).

1.1.3 ESTRUCTURA DE LA CARNE DE CERDO.

Las canales de los animales de carne están formados por tres tejidos fundamentales: muscular (que representa los tejidos nobles y mayoritarios), adiposo y óseo. El tejido muscular da origen a la carne, ya sea solo o acompañado parcialmente por tejido adiposo que contribuye a exaltar ciertas cualidades de la carne.

Los músculos se pueden clasificar atendiendo al color y al tipo de enervación; aunque al nacer parece que sólo existe un tipo de músculo, en el adulto, según el color, se distinguen dos tipos de músculo:

- Músculo rojo. Rico en mitocondrias y mioglobina, con metabolismo aerobio, oxidativo y que participa en el ciclo de Krebs. Tiene abundante irrigación sanguínea.

- Músculo blanco. Con poco contenido en mitocondrias y mioglobina, y metabolismo anaerobio mediante glicólisis anaerobia. Tiene poco riego sanguíneo.

Según su enervación pueden ser:

- Músculos lisos de contracción involuntaria.

- Músculos estriados, de contracción voluntaria, que observados al microscopio óptico presentan el aspecto que da origen a su nombre, y que constituyen lo que se conoce como "carne" después de la muerte del animal. Generalmente son los responsables del movimiento y se fijan al tejido óseo,

mediante aponeurosis y tendones. Estos músculos estriados están formados por grupos de elementos asociados en haces y en grupos de haces, rodeados de tejido conjuntivo, y que presentan infiltraciones de grasa mayores o menores, según el caso (Lawrie, 1977; Amo, 1980; López de la Torre y Carballo, 1991).

1.1.4 SACRIFICIO Y PRACTICAS RELACIONADAS

Para la obtención de la carne en canales se debe partir de animales sanos, para esto se debe realizar una inspección *antemortem* la cual consiste en realizar algunos exámenes a los animales antes del sacrificio con el propósito de separar los que son impropios para la preparación de alimentos. Esta inspección se debe llevar a cabo por un inspector calificado de la SSA (Forrest y col., 1979).

Los animales que se sospecha no son aptos para su consumo se marcan y se envían a corrales en los que se les realiza otro tipo de análisis.

Los animales que presentan un estado anormal se clasifican en tres tipos:

- Inadecuados para la matanza. Son los que padecen alguna enfermedad ya sea curable o incurable. Los curables pueden ser tratados y una vez recuperados se sacrifican. Los incurables son decomisados por el inspector.

- Afectados por una lesión localizada, como fracturas, abscesos y contusiones. Estos animales se sacrifican por separado a fin de revisarlos con más cuidado en el examen *postmortem*.

- Afectados por una alteración que no ha llegado a un punto en el cual se pueda declarar no apto al animal. Estos animales son denominados como sospechosos y son sacrificados por separado.

Una vez que los animales han pasado el examen *antemortem* deben ser sacrificados; este sacrificio debe ser humanitario, es decir se debe hacer sufrir lo menos posible al animal. Existen diferentes métodos para lograr este propósito, teniendo como objetivo común que el animal esté inconsciente a la hora de desangrarlo; sin embargo el método utilizado más comúnmente es el de anestesiarlos mediante descargas eléctricas, cuidando que la aplicación de la descarga sea sólo durante unos segundos, ya que de no ser así, se aumentaría la presión sanguínea a tal grado que se provocarían hemorragias en músculos y órganos.

Después de sacrificado el animal se desolla, eviscera y lava, obteniéndose así las canales, las cuales son enfriadas lo más rápido posible hasta un máximo de 0 a 1.7°C. La disminución de la temperatura de la canal se logra mediante refrigeración o aspersión de salmuera. Si la canal va a ser conservada durante un período largo de tiempo, ésta se congela (Brandly y Kenneth, 1975).

Las canales son sometidas a una inspección *postmortem* en donde se comprueba si la carne es apta para consumo humano. Esta operación es de suma importancia, ya que con ella se asegura la calidad de la carne, lo que contribuye a la obtención de productos de calidad. La inspección *postmortem* incluye exámenes rutinarios de los ganglios linfáticos cervicales y de la cabeza,

de los ganglios linfáticos viscerales y corporales, de las vísceras y de las porciones expuestas de la canal.

Si el animal se ve sospechoso, o ya había sido calificado así en el examen *antemortem*, se somete a una revisión más detallada a fin de garantizar su seguridad para el consumo humano (Forrest y col., 1979, Brandly y Kenneth, 1975).

1.1.5 CONVERSION DE MUSCULO A CARNE

Modificaciones de la carne después del sacrificio. La musculatura animal no cesa bruscamente todas sus funciones vitales y se convierte de golpe en carne, por el contrario, durante un período de varias horas, o incluso días, acaecen una serie de cambios físicos y químicos; al conjunto de tales cambios es a lo que se denomina conversión del músculo en carne (Forrest , 1979).

Todos los músculos de la canal pueden moverse ligeramente y se observan fibrilaciones durante cierto tiempo; poco tiempo después del sacrificio del animal la carne se muestra seca, de consistencia más blanda y elástica, las fibras musculares se encuentran abultadas intensamente.

El pH que en el músculo vivo es ligeramente alcalino (7.3-7.5), desciende momentos después de la matanza a menos de 7.0 en pocas horas y hasta un valor aproximado de 5.4 cuando se inicia la rigidez cadavérica. El acúmulo de ácido láctico en las primeras fases del período *postmortem* puede tener un efecto negativo en la calidad de la carne, el desarrollo de condiciones ácidas

en el músculo antes de que el calor corporal y metabólico se hayan disipado durante la refrigeración de la canal, da lugar a la desnaturalización de las proteínas musculares, que les hace perder solubilidad, capacidad de retención de agua e intensidad del color del pigmento muscular, este tipo de carne es considerada como PSE (pálida, suave y exudativa) y OFS (oscura, firme y seca). Todos estos cambios son perjudiciales, tanto si el músculo se emplea como carne fresca, como si se destina a un proceso posterior (Warris, 1995).

La rigidez cadavérica es un estado en el que todos los músculos aparecen tiesos e inflexibles; la carne se vuelve dura y tenaz. Las fibras musculares se han deshidratado en parte. La rigidez cadavérica empieza normalmente de 2 a 8 horas después de la muerte y dura de 20 a 48 horas (Bogner y Matzke, 1969). La dureza de la carne durante la rigidez cadavérica es el resultado de la estructura rígida que se forma en la matriz proteínica en los músculos; cuando pasa el rigor, los músculos son de nuevo suaves y flexibles. Por este motivo la carne no se consume generalmente después de la matanza, ya que durante el almacenamiento se aumenta su suavidad y mejora su aroma por acción de proteasas en el tejido (Guerrero y Lara, 1995)

Los cambios *postmortem* están influenciados por factores ambientales (temperatura, humedad, ruido, luz y espacio), stress, herencia, dieta, manejo previo al sacrificio, temperatura *postmortem*, prácticas de manejo *postmortem*, etc. (Forrest, 1979).

Alteración y contaminación de la carne. La carne es un producto muy alterable, esta alteración se inicia después de la sangría, como resultado de acciones microbianas, químicas y físicas. Entre los cambios alterativos se incluyen los debidos a microorganismos, insectos, enzimas endógenas (presentes naturalmente en los tejidos cárnicos), enzimas exógenas (producidos por microorganismos), reacciones químicas como la rancidez oxidativa y acciones físicas como quemadura por frío, decoloración luminosa y aparición de colores anormales (Forrest , 1979).

En la mayoría de los casos la alteración cárnica es el resultado de la acción microbiana. Se admite que la masa interna de la carne no contiene microorganismos o éstos son escasos, sin embargo, se han encontrado gérmenes en los ganglios linfáticos, médula ósea o incluso en el propio músculo; la contaminación más importante es de origen externo y se produce durante la sangría, desuello y cuarteado, los microorganismos proceden principalmente de la piel, pezuñas y pelo del animal, así como de los utensilios empleados en las operaciones ya mencionadas, aunque también puede deberse a una contaminación con el contenido de origen ruminal (Frazier y Westhoff, 1985).

La contaminación microbiana inicial de la carne es consecuencia de la penetración de microorganismos en el sistema vascular por utilizar para el degüello cuchillos contaminados, puesto que después de la punción de los vasos, la sangre continúa circulando durante un breve período de tiempo,

también puede presentarse una contaminación posterior, con la llegada de microorganismos a la superficie de la carne en cada una de las operaciones realizadas durante la carnización, despiece, procesado, almacenamiento y distribución (Forrest, 1979).

El elevado contenido de agua de la carne, su riqueza en productos nitrogenados de complejidad diversa, en minerales, en vitaminas y en factores accesorios de crecimiento, además de algunos carbohidratos susceptibles de fermentación como el glucógeno y un pH favorable, convierten a la carne en un medio de cultivo ideal para numerosos microorganismos. El desarrollo de los microorganismos y el tipo de alteraciones que tienen lugar se hallan influidos por los siguientes factores:

- Tipo y número de microorganismos contaminantes y dispersión de los mismos en la carne.
- Propiedades físicas de la carne.
- Propiedades químicas de la carne.
- Disponibilidad de oxígeno.
- Temperatura (Frazier y Westhoff, 1985)

La descomposición por putrefacción es el resultado de la descomposición causada por la acción enzimática de las proteínas produciéndose ácido sulfhídrico, amoníaco y mercaptanos.

La rancidez de la carne fresca está generalmente asociada con un oscurecimiento de la superficie de apoyo, lo que se atribuye a la oxidación de la mioglobina a metmioglobina. A veces se presenta en la superficie de la carne cierta viscosidad que se debe al desarrollo microbiano (Brandly y Kenneth, 1975).

Las reacciones más comunes en la formación de los productos de descomposición son:

- Desaminación hidrolítica. Se forman amoniaco, oxiácidos e hidroxiaácidos.
- Acción enzimática anaerobia. A partir de las bacterias se forma amoniaco y ácidos grasos volátiles.
- Desaminación oxidativa. Se produce amoniaco y cetoácidos los cuales a su vez se transforman en aldehídos y dióxido de carbono.
- Descarboxilación enzimática. Se forman algunas aminas, tales como la cadaverina y putrecina las cuales son venenosas (Pearson y Tauber, 1984).

Debido a la gran variedad de posibles fuentes de contaminación, los tipos de microorganismos que suelen encontrarse en la carne son muchos: mohos de diferentes géneros como *Thamnidium*, *Mucor*, *Penicillum*, *Alternaria*, *Cladosporium*; bacterias de los géneros *Alcaligenes*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Flavobacterium*, *Clostridium*, *Escherichia*, *Salmonella*, etc. (Frazier y Westhoff, 1985).

1.1.6 CONSERVACION DE LA CARNE.

El sacrificio de los animales se debe realizar higiénicamente, lo cual reduce considerablemente las contaminaciones de la carne por contenido intestinal, por utensilios y por las propias manos del operario. Los factores que influyen en el deterioro y descomposición de la carne son aquellos que favorecen el desarrollo de éstos (pH, temperatura, humedad, etc.). Una misma flora inicial puede ser causa de destrucción de la carne o productos elaborados a partir de ella o puede desaparecer en breve tiempo, si las condiciones de pH, temperatura y humedad son los adecuados y no favorecen el desarrollo de los mismos.

Los mecanismos encaminados a conseguir una conservación prolongada de las carnes o sus productos de transformación, pueden resumirse en lo siguiente:

- 1) Evitar contaminaciones excesivas en matadero, salas de transporte y despiece.
- 2) Control en las variaciones de temperatura, colocándola en límites no compatibles con la viabilidad de los microorganismos responsables de alteraciones.
- 3) Control de las variaciones de humedad contenida en la misma carne.
- 4) Alteración natural o provocada de los valores de pH para conseguir un medio inadecuado para el crecimiento de estos microorganismos.

Entre los métodos de conservación más utilizados se encuentran:

Refrigeración. Es el procedimiento de mayor importancia para la conservación de carne en estado fresco. Se someten a este procedimiento mitades o cuartos de canales, a velocidad de enfriamiento variable, ya sea lenta (con aire a 4°C, 0.5 m/s) o rápida (3 horas con aire a -10°C a 3.5 m/s, 19 horas a 2°C y 1.2 m/s y 18 horas a 4°C). El tiempo máximo de conservación a 0°C es de 3 a 6 semanas. Durante la refrigeración se producen pérdidas de peso por evaporación de agua. Mientras la carne se almacene en frío en forma de piezas enteras, la autooxidación de los lípidos se verifica sólo de modo muy lento. Con el picado de la carne o su calentamiento, por el contrario, se produce una fuerte aceleración de la peroxidación, apreciándose después de un corto período cierto olor rancio; el curado o adición de sal y sales nitrificantes inhibe este proceso (Dieter y col., 1985).

Congelación. Por medio de la congelación puede incrementarse en gran medida el tiempo de conservación de la carne. El proceso puede ser llevado a cabo en una sola etapa (congelación directa) o en dos (refrigeración, congelación), con aire a -40°C y velocidades de 3-10 m/s. La conservación a temperatura de -18 a -20°C y humedad relativa del 90% puede ser de 9 a 15 meses.

La conservación prolongada de la carne en congelación conduce a la disminución de su capacidad de retención de agua. En este caso se han

observado modificaciones de la solubilidad y del punto isoeléctrico de las proteínas tanto contráctiles como sarcoplasmáticas.

La descongelación lenta de la carne congelada se considera apropiada para mantener la calidad de la misma (Dieter y col., 1985).

Desecación. La prolongación de la vida útil de la carne por desecación es un método de gran antigüedad. Para lograr la desecación existen diversos procedimientos, entre los que destacan el uso de corrientes de aire caliente (40 a 60°C), el de vacío en un medio de aceite caliente y el método más moderno es la liofilización. El contenido de agua del producto final es de un 3-10%.

En el proceso de desecación la capacidad de retención de agua y el aroma deben ser modificados lo menos posible. La conservación de los productos deseados está limitada por la oxidación de las grasas y la reacción de Maillard (Dieter y col., 1985).

Salazón y curado. La sal en altas concentraciones inhibe tanto el crecimiento de microorganismos como la actividad de las enzimas endógenas de la carne, lo que conduce a una prolongación de la vida útil de la carne. Mediante el salado con NaCl al 5% se produce inmediatamente un "hinchamiento" de la carne; las concentraciones más altas (10-20%) conducen por desimbibición de agua a productos finales con un contenido de agua menor que el de la carne no tratada. La carne mantiene un color natural, aunque se intensifica hasta un rojo

oscuro, ya que la concentración de mioglobina es relativamente mayor por la pérdida de agua. Al ser cocinada se produce la modificación correspondiente del color a pardo grisáceo.

El salado o curado puede llevarse a cabo por frotado externo de las piezas de carne con sales, por inmersión en salmueras o por inyección de la salmuera en el interior de la pieza (Dieter y col., 1985).

Ahumado. Se lleva a cabo generalmente en combinación con el curado. el contenido de agua descende, dependiendo del procedimiento utilizado, un 10-40%. Los compuestos que constituyen el humo, de acción bactericida y antioxidante, penetran con facilidad en la carne; los más importantes de ellos pertenecen a los grupos fenólico, ácido y carbonílico (Frazier y Westhoff, 1985).

Calentamiento. Es el proceso más importante de preparación, además de ser fundamental en la elaboración de conservas cárnicas. Fenómenos típicos de cambio por acción del calor son la modificación del color a pardo grisáceo, la coagulación de las proteínas, la salida de jugo por disminución de la capacidad de retención de agua, el incremento del pH, el desarrollo del aroma típico de asado o cocido y el ablandamiento por la modificación sufrida por el colágeno y su transformación parcial en gelatina (Dieter y col.; 1985, Frazier y Westhoff, 1985).

1.2 EMBUTIDOS

1.2.1 CLASIFICACION DE EMBUTIDOS.

Los embutidos son productos de salchichonería elaborados con carne, grasa de cerdo, sangre, vísceras, despojos y condimentos. La masa cárnica es embutida en envolturas naturales o artificiales para proporcionar forma, aumentar la consistencia y para que se pueda someter el embutido a tratamientos posteriores. De acuerdo con el tipo de materias primas utilizadas, su forma de preparación y la tecnología de elaboración se distinguen los embutidos en tres clases:

Embutidos crudos. Los cuales se elaboran a partir de carne de musculatura esquelética cruda, grasa, sal y especias; no pasan por un proceso de cocción en agua, tras el relleno de las tripas se someten a desecación y/o ahumado. Pueden consumirse en estado fresco o cocinado, después de una maduración. Dentro de esta categoría se encuentran los salamis, chorizo, longaniza y coteguini (Manual, 1983; Dieter y col., 1985).

Embutidos escaldados. Son elaborados a partir de carne fresca, no completamente madurada. Estos embutidos se someten al proceso de escaldado antes de la comercialización. La finalidad de este tratamiento con calor es la disminución del contenido de microorganismos, favorecer la conservación y coagular las proteínas, de manera que se forme una masa consistente. Dentro de esta categoría se encuentran el jamón cocido, la

mortadela, salami cocido, salchicha Frankfurt y salchicha Viena (Manual, 1983; Dieter y col., 1985).

Embutidos cocidos. Los que se elaboran a partir de carne y grasa de cerdo, vísceras, sangre, despojos y tendones. Estas materias primas son sometidas a un tratamiento de calor antes de ser sazonados, triturados y embutidos. Los embutidos se cuecen nuevamente y eventualmente se ahuman. Representaciones típicas de estos productos son las pastas de hígado, morcillas, fiambres, etc. (Manual, 1983; Dieter y col., 1985).

1.2.2 DEFINICION DE JAMON COCIDO.

"Es el producto alimenticio preparado con la carne de las piernas traseras de cerdos sanos, sacrificados bajo inspección sanitaria. Las piernas deben ser recortadas en forma especial, se debe excluir la carne maltratada, además de quitar todos los huesos y dejar prácticamente libre de cartílagos, tendones, ligamentos sueltos y tejidos conjuntivos. Sometida a curación y cocimiento. El producto final debe ser empacado" (SECOFI, 1982).

1.2.3. PROCESO DE ELABORACION DE JAMON COCIDO.

El proceso de elaboración de jamón cocido se presenta en el diagrama 1.

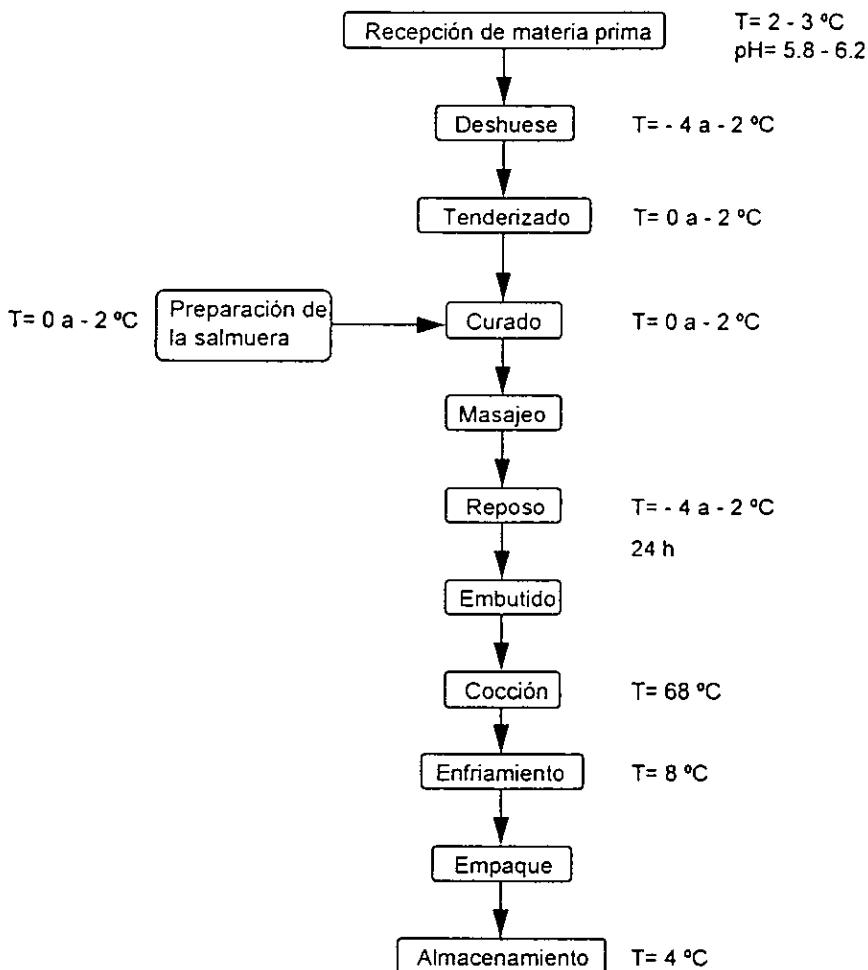
DESCRIPCION DEL DIAGRAMA DE BLOQUES.

Obrador. Es la sección encargada de hacer el sacrificio del animal y obtener la materia prima en condiciones normalizadas y aceptables o cuando menos conocidas para continuar con la siguiente operación.

Deberán emplearse para la elaboración del jamón, piezas o canales de un tamaño aproximadamente igual, si esto no fuera posible, puede establecerse dos o más sitios de recepción de materia prima para controlar estas variantes (Frey, 1983).

Recepción de materia prima. Durante la recepción de la materia prima la carne debe ser mantenida en condiciones bajas de temperatura (2-3°C), se deberá controlar el pH de 5.8-6.2, ya que bajo estas condiciones la carne se conserva en estado óptimo. La carne debe ser enfriada tan rápido como sea posible, lo que constituye el único método para combatir el deterioro y descomposición sin que cambie el carácter de la carne. Este enfriamiento se debe llevar a cabo a bajas temperaturas de 0-1°C, en toda la carne (lo que se llama fase estacionaria inicial, durante la cual no hay incremento de bacterias). Durante el almacenamiento de la materia prima se debe vigilar rigurosamente la temperatura (-4-2°C) y la humedad relativa (90-92%) de la cámara frigorífica, en donde la carne permanecerá no más de 5 días.

Diagrama 1. Diagrama de bloques del proceso de elaboración de jamón cocido. (Manual, 1983; Moya y Pérez, 1994)



El manejo de la carne debe realizarse bajo buenas condiciones higiénicas; se debe evitar el uso de carne calificada como "PSE" (pálida, suave, exudativa), ya que representa valores en la carne de pH menores a 5.8 (Moya y Pérez, 1994).

Deshuese. Puede llevarse a cabo de forma manual o mecánica, en el primer caso debe extraerse el hueso en el menor número de cortes y la mínima manipulación para evitar contaminaciones. Es importante cortar las piezas de forma tal que liberen grasa suelta y tejido conjuntivo para obtener productos con ligue aceptable. Las fundas de tejido conjuntivo deben rasgarse para facilitar la salida de proteína. A las piernas sin hueso se les quita el exceso de grasa, los tendones, ligamentos y coágulos de sangre.

El tamaño y tipo de corte cárnico estará en función del producto del cual formará parte. Se recomienda almacenar entre -4 y -2°C (Moya y Pérez, 1994).

Preparación de la salmuera. Es importante disolver completamente todos los ingredientes de la salmuera, los fosfatos deben disolverse por separado en una tercera parte del agua y se adicionan al resto de los ingredientes (tabla 2), una vez disueltos con agitación para evitar su precipitación (Moya y Pérez, 1994).

Tenderizado. Se provoca un rasgado de la superficie de los músculos a fin de aumentar la superficie de extracción de proteínas, romper membranas y fibras

superficiales y facilitar la absorción de salmuera preparadas (Moya y Pérez, 1994).

Inyectado. Mediante jeringas manuales o con máquinas multiaguja se inyecta la salmuera en la pieza de carne cuidando de distribuir homogéneamente en la pieza completa para que no queden partes de la pieza sin curar y partes con salmuera acumulada (Moya y Pérez, 1994).

Masajeo. En esta operación se ponen en movimiento los músculos o carne junto con la salmuera preparada. Es prerrequisito para un ligado eficiente y para obtener un sistema de salmuera-carne lo más homogéneo posible. Por fricción se extrae la proteína soluble en sal de la carne para encapsular el agua y lograr el ligado durante el cocimiento (Moya y Pérez, 1994).

Reposo. Es un período de tiempo durante el cual se completa el proceso de absorción de la salmuera. Generalmente es de más de 24 h de duración, manteniendo una temperatura de -4 a -2°C (Manual, 1983).

Embutido. Se coloca la carne dentro de la funda, se deberá aplicar vacío debido al efecto de reacción del oxígeno del aire durante el curado y su influencia en la coloración de la carne. Posteriormente se moldea y se presiona

la pieza en el interior de éste para evitar la formación de huecos en la carne (Moya y Pérez, 1994).

Cocción. Durante esta etapa las proteínas se desnaturalizan coagulándose, contribuyendo de este modo a ligar la masa que compone al jamón. La temperatura de la pieza debe ser de 68°C. Si la temperatura es menor puede haber crecimiento de microorganismos patógenos y si la temperatura es mayor el rendimiento del producto disminuye (Manual, 1983).

Enfriamiento. El objetivo de esta operación es provocar un choque térmico a nivel microbiológico; seguido de la cocción, la temperatura de 68°C se reduce repentinamente hasta una temperatura interna de 8°C (Moya y Pérez, 1994).

Empaque. En esta etapa se define la presentación final del producto. Los lotes de jamón cocido elaborado deben calificarse según la fecha de fabricación, se etiquetan según el producto o marca comercial y tipo de jamón, con todo esto las piezas son trasladadas al almacén de distribución y de aquí a los principales puntos de consumo (Manual, 1983; Moya y Pérez, 1994).

1.2.3. FORMULACION DE JAMON COCIDO.

Tabla 2. Formulación de jamón cocido.

| Ingrediente | (%) (g/100g) |
|---------------------|-----------------|
| Carne de cerdo | 50 |
| Agua | 18.57 |
| Sal | 1.08 |
| Fosfatos | 0.7 |
| Sal Cura | 0.26 |
| Eritorbatos | 0.10 |
| Dextrosa | 0.271 |
| Carragenina | 0.018 |
| Nitratos y Nitritos | 125-250 ppm |

Pearson, A.M., Tauber, F.W., (1984). Processed meats. AVI Publishing Company Inc., Wesport, Connecticut.

1.2.4 PROPIEDADES FUNCIONALES DE LOS INGREDIENTES.

Carne: Contribuye a la retención de agua, aporta textura color, olor y sabor, elementos básicos para la aceptación del producto por parte del consumidor.

Las propiedades funcionales de las proteínas cárnicas se deben generalmente a las proteínas miofibrilares. Entre estas propiedades destacan:

- Capacidad de retención de agua.- Se define como la propiedad de una proteína cárnica para retener agua tanto propia como añadida, cuando se

somete a un proceso de elaboración. De ella dependen el color, textura y jugosidad de los productos cárnicos. Es importante ya que determina dos importantes parámetros económicos: la pérdida de peso en los procesos de transformación y la calidad de los productos obtenidos.

En la elaboración de jamón cocido se recomienda que la carne tenga una capacidad de retención elevada (Price y Schweigert, 1994).

- Capacidad de emulsión.- En una emulsión cárnica las gotas de grasa están recubiertas de proteína que le dan estabilidad a la emulsión, ya que se unen los dipolos del agua formando una interfase. Generalmente, cuando un producto mejora la capacidad de retención de agua tiene también capacidad emulgente; las proteínas actúan como emulgentes al formar un gel alrededor de la gota de grasa que retiene el agua (Price y Schweigert, 1994).

En la formación de las emulsiones cárnicas concurren tres fenómenos fisicoquímicos:

- Interacción agua-proteína
- Interacción proteína-grasa
- Agregación proteína-proteína, la cual es responsable de la capacidad de retención de agua, formación de emulsión y gelificación.

Dentro de las proteínas cárnicas son las miofibrilares las que tienen mayor capacidad de emulsión. La miosina por ser una proteína de gran tamaño es más fácil que envuelva la gota de grasa (Price y Schweigert, 1994).

-Capacidad de gelificación.- Un gel es un sistema semi-sólido (mantiene su forma, pero los líquidos se desplazan por el gel), que se forma por la unión de cadenas polipépticas que forman una red tridimensional que retiene y atrapa el agua (Price y Schweigert, 1994).

El gel se forma en dos etapas:

-Desorganización de las cadenas polipépticas.

-Ordenación de las cadenas y formación de red mediante puentes de hidrógeno y enlaces disulfuro. De estos enlaces dependen propiedades del gel tales como viscosidad, elasticidad, etc.

Los geles cárnicos son geles irreversibles, los cuales al calentarse continúan como tales.

La miosina es la proteína con mayor capacidad de gelificación, la actina tiene una capacidad de gelificación muy pequeña, pero potencia el poder de gelificación de la miosina (Price y Schweigert, 1994).

Agua: En la mayoría de los jamones cocidos es el segundo ingrediente de importancia, donde alcanza aproximadamente el 45-55% del peso total. Las proteínas cárnicas deben estar solubilizadas y dispersas para funcionar eficazmente. El agua sirve como disolvente de la sal que forma la salmuera necesaria para extraer las proteínas solubles en disoluciones salinas; también influye en la palatabilidad disminuyendo la dureza y aumentando la jugosidad del producto final (Price y Schweigert, 1994).

El agua de preparación de salmueras debe ser agua química y bacteriológicamente pura, dado el uso alimentario al que va a ser destinada. Debe estar lo más libre posible de metales pesados, ya que la presencia de hierro o cobre, pueden destruir parcialmente el ascorbato presente en la salmuera como antioxidante y afectando de esta manera la estabilidad del color (Freixanet y Lagares, 1995).

Sal: Empleada en la elaboración de jamón cocido en concentraciones que oscilan en torno al 2% tiene dos funciones importantes, la primera de ellas es la de actuar como agente depresor de la actividad de agua, facilitando la conservación del producto y contribuyendo a la sapidez. La segunda es la de contribuir a la solubilización de las proteínas cárnicas y la expansión de sus estructuras cuaternarias, ya que esto supone el principal aporte a la fuerza iónica favoreciendo la manifestación de sus propiedades ligantes y poder emulsificante (Freixanet y Lagares, 1995).

Azúcares: Básicamente son utilizados como depresores de la actividad de agua, además de contribuir a la sapidez del producto. Facilita la penetración de la sal, suavizando el sabor de ésta y de los nitratos. Normalmente se suelen utilizar en forma de mezclas de distinta composición según el efecto deseado en el producto final. Algunos de los azúcares más empleados son: sacarosa,

dextrosa, lactosa, jarabes de glucosa, dextrinas, etc. (Freixanet y Lagares, 1995).

Colorantes: Actualmente en la elaboración de jamón cocido los colorantes más empleados son los de origen natural como el carmín de cochinilla que da un tono rosado natural, tiene una gran estabilidad a la luz, a la variación del pH, y al tratamiento térmico. Otros colorantes naturales de menor empleo son el extracto de bija o annato hidrosoluble y el rojo remolacha.

De los colorantes artificiales la eritrosina es la más empleada. Tiene un bajo costo, a diferencia del carmín de cochinilla. Es estable a la luz y al tratamiento térmico. Es poco soluble en agua, por lo que se diluye en alcohol. Su uso es cada vez más restringido al igual que el resto de colorantes artificiales, debido a la tendencia mundial de prohibir el uso de estos colorantes en jamón cocido (Freixanet y Lagares, 1995).

Nitritos: Dentro de los efectos de los nitritos en el jamón cocido está su participación en la formación de color en la carne. A partir del nitrito se forma el óxido nitroso, el cual es sumamente reactivo y reacciona parcialmente con la mioglobina formando nitrosomioglobina, pigmento responsable del color rosado del jamón cocido. No todo el óxido nitroso es fijado por la mioglobina, una parte de éste se pierde por evaporación directa y otra se reduce hasta la formación de nitrógeno que se evapora también; una parte reacciona con las proteínas

musculares y con la grasa y otra parte reacciona con los antioxidantes. Debido a ésto se obliga la adición al producto en niveles de 125 a 250 ppm a fin de garantizar una buena estabilidad del color. Debe equilibrarse la salmuera para que la concentración de nitrito no rebase los límites exigidos por la ley.

Otro de los efectos de los nitritos es su acción conservadora teniendo efecto bacteriostático sobre enterobacterias, *Clostridium perfringens* y *Staphylococcus aureus*, siendo especialmente letal para el *Clostridium botulinum*. El efecto que tienen los nitratos como conservadores no es directo. Sus efectos son debidos a que se transforma el nitrato a nitrito por acción de las nitrato-reductasas, enzimas producidas por lactobacilos y enterobacterias. Dentro de los efectos negativos de los nitritos se encuentra su contribución a la formación de compuestos carcinogénicos como las nitrosaminas (Freixanet y Lagares, 1995).

Conservadores: En la elaboración de embutidos pueden emplearse algunos conservadores entre los que se encuentran sorbatos, benzoatos y parahidroxibenzoatos. Los sorbatos, usualmente sorbato potásico, son poco efectivos al pH del jamón cocido. Los benzoatos son aún menos efectivos. Los parahidroxibenzoatos son mucho más útiles. Se utilizan normalmente en forma de sales sódicas. Son poco sensibles a la variación del pH, se recomienda no rebasar dosis de 0.8 g/Kg de producto, para no generar sabores extraños al jamón.

Sin embargo la tendencia actual es suprimir totalmente su uso, prefiriéndose reemplazarlos con una higiene adecuada en los mataderos y plantas de elaboración así como establecer y controlar adecuadamente la cadena de frío (Freixanet y Lagares, 1995).

Antioxidantes: Los más utilizados son el L-ascorbato de sodio y su isómero óptico el eritorbato sódico en concentraciones mínimas del 0.5%. El primero se consume normalmente en la dieta como ácido ascórbico o vitamina C, pero la acción tecnológica de ambos es la misma, siendo más caro el ascorbato. Este tiene dos funciones básicas derivadas de su comportamiento químico como potente reductor:

- Reducir el nitrito a óxido nitroso.
- Contribuir a la estabilidad del color en el producto (Freixanet y Lagares, 1995).

Fosfatos: El uso de fosfatos en embutidos tienen dos funciones principales, por una parte aumentan la capacidad de retención de agua y por otra favorecen la solubilización y extracción de proteínas miofibrilares. Se adicionan en mezclas de pirofosfatos, tripolifosfatos y hexametafosfatos. Los dos últimos se hidrolizan en medio acuoso liberando pirofosfato en forma paulatina ya que este último es el que realmente tiene acción sobre el producto. La dosis de fosfatos normalmente empleada es de 5g/Kg de producto (Freixanet y Lagares, 1995).

Potenciadores de sabor: Son sustancias que sin modificar el sabor propio del producto resaltan su percepción olfato-gustativa. El más utilizado en la industria de alimentos es el glutamato monosódico, utilizándose en la elaboración de jamones en dosis de 0.2 a 1 g/Kg de producto. Otros potenciadores de sabor utilizados son el inosinato y guanilato sódicos, restringiéndose su aplicación en función del costo (Amo, 1980;Freixanet y Lagares, 1995).

1.3 ADULTERACIONES.

Actualmente los embutidos tienen una gran aceptación en el mercado por lo que su producción se ha convertido en un negocio muy lucrativo; las innovaciones tecnológicas más recientes dentro de la industria han ido a tal grado que el "auténtico jamón" ha desaparecido del mercado, ya que el curado que se realiza actualmente requiere que la carne sea cortada en pequeños trozos para acelerar el proceso, lo que permite que los fabricantes cometan adulteraciones que pasan desapercibidas por el consumidor (González, 1984).

Dentro de estas adulteraciones se encuentra la adición de aditivos que permiten ligar mayor cantidad de agua, aumentando los rendimientos empleando una menor cantidad de carne; la adición de estos componentes son en muchas ocasiones no permitidos por la norma de calidad. Los componentes empleados pueden ser de distintos tipos como almidones de trigo, maíz y papa, altas cantidades de fosfatos, gomas como la carragenina, guar, xantana y alginatos, así como concentrados protéicos de diversos tipos. Estos "aditivos" permiten

además cubrir los requerimientos de proteína exigidos por la Norma de Calidad vigente sin necesidad de presentar el "contenido de carne" necesario para satisfacerlos (Pascoe, 1992).

Dentro de la Norma Oficial Mexicana para Jamón Cocido (NOM-F-123-s-1982) se permiten los aditivos a continuación mencionados:

Oxidantes: Nitrito de Sodio 156 mg/Kg como máximo.

Antioxidantes: Ascorbato y/o Eritorbato de sodio, 0.5% como mínimo.

Estabilizantes: Polifosfatos de sodio y/o potasio, 0.7% como máximo.

Condimentos, especias y saborizantes: Todas las especias naturales y los condimentos preparados a base de mezclas de ellos y/o sus extractos y/o sus aceites esenciales, azúcares (glucosa, sacarosa, lactosa y fructosa), sal, glutamato monosódico, proteínas vegetales hidrolizadas (SECOFI, 1982).

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 él.

- 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 (Rakosky, 1989).

1.3.1. CONCENTRADOS PROTEICOS EN PRODUCTOS CARNICOS.

El empleo de concentrados de proteína en los productos cárnicos tiene diversas razones; como pueden ser sus efectos tecnológicos al aumentar los rendimientos de cocción, su capacidad de retención de agua y grasa; aplicación con fines dietéticos o nutrofisiológicos al mantener el contenido proteínico en productos determinados; o por motivos económicos a fin de aminorar los costos de producción al reducirse el costo de ingredientes.

Para cumplir estos objetivos puede hacerse uso de diversos concentrados de proteína como:

- Harinas, concentrados, texturizados y aislados de soya
- Lactosueros
- Lactoalbúminas
- Caseinatos de sodio y calcio
- Plasma sanguíneo
- Albúmina de huevo
- Colágeno funcional hidrolizado

De estos concentrados protéicos los más comúnmente empleados son los aislados protéicos de soya y los caseinatos de calcio, ya que son los que confieren al producto las mejores propiedades (Pascoe, 1992; Freixanet y Lagares, 1995).

A continuación se detalla información sobre los aislados protéicos de soya y los caseinatos.

Aislados proteicos de soya. Las proteínas aisladas de soya son la forma más refinada y versátil de los derivados de la soya. Estas representan la mayor fracción proteínica de la soya. Son obtenidos a partir de hojuelas de soya descascarilladas y desengrasadas; los carbohidratos solubles e insolubles se han separado del contenido proteínico. Este tipo de proteínas contienen no menos del 90% de proteína en base seca; ésta es una de las grandes ventajas que ofrecen sobre los concentrados que contienen de un 60-70% de proteína.

Han sido específicamente designadas para: reemplazar porciones de la proteína de la carne soluble en sal en sistemas de carne procesadas, absorber y retener agua, formar y estabilizar emulsiones, absorber grasas, formar geles, proporcionar adhesión, cohesión y elasticidad, mantener la integridad estructural de los productos cárnicos después de la cocción.

Al utilizar este tipo de proteínas en productos de carne procesada el perfil nutricional puede incrementarse, la integridad estructural mejorarse y los costos de las materias primas e ingredientes reducirse, manteniendo la calidad

tradicional del producto; aunque pueden tener el inconveniente de que a concentraciones elevadas transmiten un sabor desagradable al jamón (Rakosky, 1989; Wolf, 1992; Pascoe, 1992; Sipos, 1994; Freixanet y Lagares, 1995).

Caseinatos de calcio. Son producto de la precipitación ácida de las proteínas de la leche en presencia de sales. Son ampliamente utilizadas en la industria cárnica por poseer muchas de las propiedades funcionales requeridas como su alta capacidad de retención de agua, características de agentes emulsificantes y estabilizantes.

Son altamente estables al calor siempre y cuando el pH y la concentración de iones divalentes se controlen adecuadamente.

Presentan un buen aporte proteico al tener aproximadamente un 90% de proteína. Dan un sabor agradable al jamón cocido, pero tienen como inconveniente el hecho de que a concentraciones elevadas interfieren en la solubilización de proteínas musculares pudiendo dar problemas de desligado, además de tener un costo elevado (Pascoe, 1992; Freixanet y Lagares, 1995).

1.3.2. METODOS DE DETERMINACION.

Debido a los diversos tipos de proteína que pueden ser adicionadas a los productos cárnicos, la determinación analítica de proteínas extrañas en este tipo de productos es una labor compleja. Los métodos de análisis empleados para

este fin se pueden dividir en cinco categorías principales: Microscopía, Serología, Electroforesis, Análisis aminoácidos-péptidos y métodos indirectos.

Las harinas y concentrados de soya se pueden reconocer por las células como reloj de arena, empleando luz polarizada para ayudar a la detección (Eagan y col., 1993). Los métodos serológicos presentan desventajas para su utilización en muestras comerciales debido a falta de reactividad del antisuero con muestras calentadas o con variedades de soya diferentes a la específica para cada antisuero (Olivera y Valencia, 1990a).

Los métodos basados en el análisis cromatográfico de los aminoácidos y péptidos han sido usados por muchos investigadores; sin embargo, este procedimiento presenta problemas en la interpretación de resultados, en especial cuando se trata de mezclas complejas de proteínas con un patrón semejante de aminoácidos.

Actualmente los métodos electroforéticos son lo que se han estudiado más ampliamente, y se ha encontrado que permiten la detección de proteínas diferentes a las cárnicas con un alto grado de confiabilidad en los resultados obtenidos (Eagan y col., 1993; Olivera y Valencia, 1990a; Olivera y Valencia, 1990b).

1.4 ELECTROFORESIS.

La electroforesis atañe el movimiento de partículas coloidales con carga o de iones macromoleculares, en un campo eléctrico. El material de la muestra debe

estar disuelto o suspendido en una solución amortiguadora, y el medio de soporte tiene que estar saturado también con solución amortiguadora para conducir la corriente. La corriente entre los electrodos es conducida tanto por la muestra como por los iones de la solución amortiguadora, mientras que la corriente, en el resto del circuito, es conducida por electrones. Las diferencias en las velocidades de migración de las partículas proporcionan un medio muy efectivo para la separación e identificación de bicoloides, tales como proteínas, polisacáridos y ácidos nucleicos, así como también para la caracterización de sus componentes (Hans, 1982; Pecksok y Shields, 1983).

Los métodos electroforéticos se dividen en dos categorías que dependen de que la separación se efectúe en ausencia o presencia de un medio de soporte; así tenemos el método de solución libre que se realiza en solución, las partículas cargadas migran libremente a través de un canal abierto lleno de un líquido conductor. La separación de las partículas se produce como resultado de las diferencias en las velocidades de migración; éstas a su vez, se relacionan con las razones de carga a masa y las movilidades inherentes de las especies en el medio. El procedimiento de solución libre ha sido de capital importancia en el desarrollo de la bioquímica; no obstante, su aplicación se ha visto obstaculizada por problemas experimentales como la tendencia de los componentes separados a mezclarse por convección como consecuencia de gradientes térmicos y de densidad, así como por vibraciones mecánicas (Skoog y West, 1990). Muchas de estas dificultades experimentales se evitan si las

separaciones se efectúan en un medio estabilizado; de aquí que los métodos de electroforesis zonal hayan desplazado al de solución libre (Bohinski, 1991; Skoog y West, 1990).

La electroforesis zonal no se realiza en solución, sino que requiere un soporte sólido y, según el aparato, la migración puede ser horizontal o vertical (Bohinski, 1991). Los soportes más utilizados son el papel filtro y geles de almidón y acrilamida. El método electroforético en papel filtro es rápido pero poco preciso; el segundo (en geles), una vez preparado el gel puede ser usado para el análisis en paralelo de numerosas muestras; además, puede separar cantidades muy pequeñas de proteínas (Gordon, 1975).

El poder de resolución de los geles de almidón es mejor que cualquier otra técnica; sin embargo, resultados variables y dificultades en la preparación del soporte sólido son desventajas definidas en este tipo de geles; las cuales son eliminadas mediante el uso de geles de acrilamida (Bohinski, 1991).

Además de tener un poder de resolución comparable al de los geles de almidón, los geles de acrilamida poseen otras ventajas adicionales; son termoestables, transparentes, durables, relativamente inertes químicamente, no iónicos y fáciles de preparar con una amplia variedad de tamaños de poros (Wharton y Mc Carty, 1972; White y Handler, 1982, Stryer, 1994).

1.4.1 ELECTROFORESIS EN GELES DE POLIACRILAMIDA.

La electroforesis en geles de poliacrilamida es una forma de electroforesis en la que el medio de soporte es un gel de acrilamida polimerizada. La técnica combina la electroforesis con las propiedades de tamiz del gel. Mediante la variación de la concentración de acrilamida en el gel se puede controlar el tamaño del poro (Wharton y Mc Carty, 1972, Stryer, 1994).

El gel es formado por la polimerización de los monómeros de acrilamida $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CO}-\text{NH}_2$ construyendo largas cadenas que se entrecruzan mediante la adición de un comonómero como la N-N'-metilen-bis-acrilamida $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{CO}-\text{CH}=\text{CH}_2$ formando una red tridimensional. Se emplea como catalizador el N,N,N',N' tetrametilendiamida (TEMED); la gelificación es iniciada adicionando persulfato de amonio al 10% que cataliza la formación de radicales libres (Andrews, 1982).

Uno de los principales problemas que se presentan para el estudio de diversos componentes por métodos electroforéticos es la solubilización del material a estudiar; para resolver este problema se han empleado varios métodos, entre los que destacan la utilización de detergentes aniónicos como el dodecilsulfato de sodio (SDS). Este reactivo cubre las cadenas polipeptídicas y desnaturaliza las proteínas de modo que éstas adoptan una conformación de cadena extendida. El complejo resultante contiene aproximadamente 1.4 g de SDS por gramo de proteína. Los grupos dodecilo de carácter alifático se encuentran en el interior del complejo, mientras que los grupos de ácido sulfónico están en la

superficie y el complejo presenta una carga neta, confiriéndole a las proteínas una relación de carga-masa constante. Como consecuencia, la movilidad electroforética en este medio depende principalmente del peso molecular de la proteína, así las proteínas emigran sobre geles de porosidad uniforme con una velocidad mayor, a medida que disminuye el peso molecular (White y Handler, 1982).

Por la acción del SDS, las subunidades unidas entre sí por uniones no covalentes se separan. Las proteínas con subunidades unidas entre sí por puentes disulfuro pueden separarse por tratamiento con el reactivo reductor 2-mercaptoetanol (Andrews, 1982; White y Handler, 1982; Skoog y West, 1990).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la presencia de fracciones proteicas características de caseinato de calcio y soya en muestras comerciales de embutido tipo "jamón cocido", mediante patrones electroforéticos en geles de poliacrilamida.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Seleccionar los jamones comerciales con base en la pirámide de calidad emitida por SECOFI en 1990.
2. Elaborar un jamón cocido libre de proteína adicionada (jamón patrón).
3. Determinar la composición química de los jamones comerciales seleccionados y del jamón patrón.
4. Realizar la extracción y concentración de las proteínas presentes en los jamones comerciales.
5. Determinar los perfiles electroforéticos de caseinato de calcio y aislado protéico de soya para encontrar las fracciones protéicas características de cada uno.
6. Determinar los perfiles electroforéticos de los jamones comerciales que permitan identificar el tipo de proteína presente.
7. Comparar los perfiles electroforéticos de los jamones comerciales con los de caseinato de calcio, aislado proteico de soya y jamón patrón.



CAPITULO III
ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

CAPITULO II
MATERIALES Y METODOS

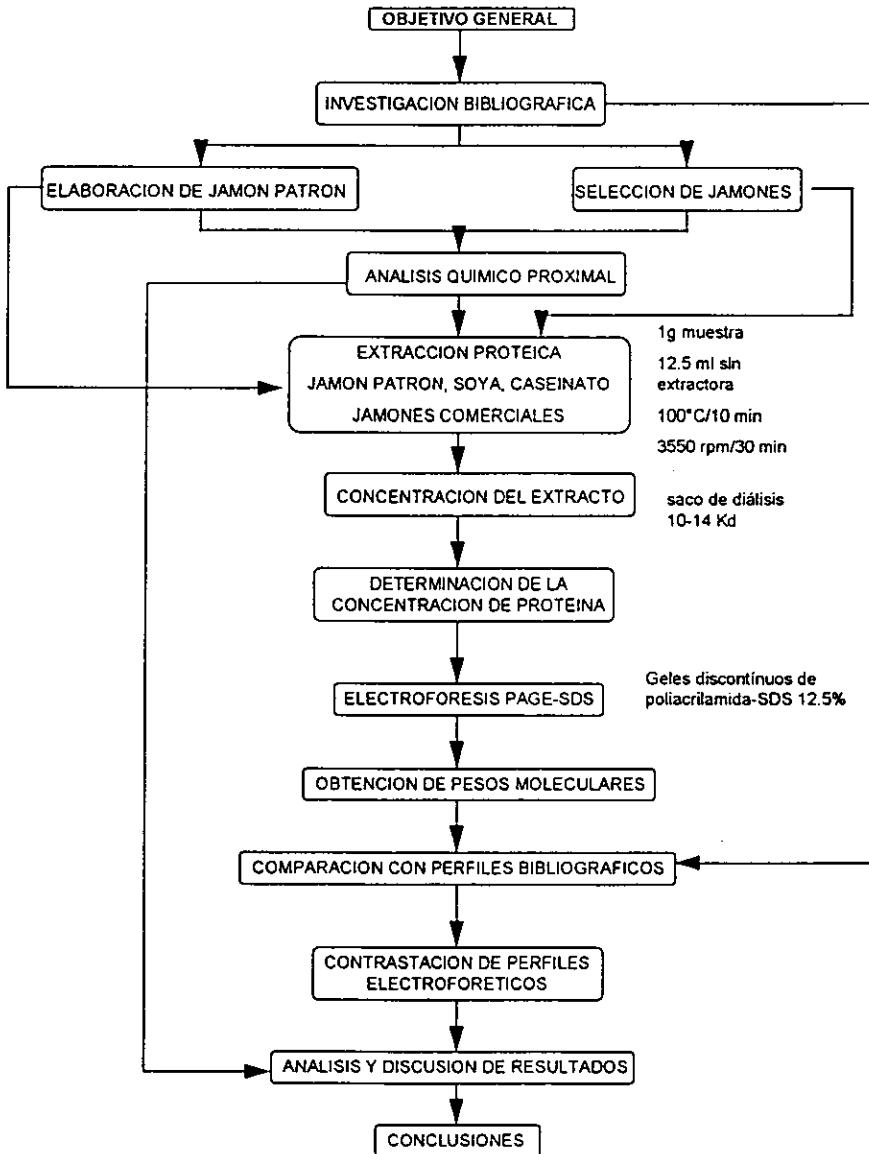
DESCRIPCIÓN DEL CUADRO METODOLOGICO

En el diagrama 2 se presenta la metodología seguida para cumplir con el objetivo general de "Determinar la presencia de fracciones protéicas características de caseinato de calcio y soya en muestras comerciales de embutidos tipo "jamón cocido", mediante patrones electroforéticos en geles de poliacrilamida".

2.1 Selección de jamones.

Con base en la variedad de jamones cocidos existentes en el mercado se seleccionaron aquellos que presentaron las características generales que debe presentar un embutido tipo "jamón cocido" según lo dicta la Norma Oficial Mexicana NOM-F-123-s-1982 (SECOFI, 1982), dichas características fueron: color, olor y consistencia; además de que presentaran en su etiqueta el grado de calidad al que pertenecían según la Pirámide de Calidad de Jamon Cocido (SECOFI,1990) seleccionándose seis jamones de cada grado de calidad, obteniendo una muestra total de 36 jamones comerciales.

Diagrama 2. Cuadro metodológico.



2.2 Elaboración de Jamón Patrón.

El jamón patrón se elaboró siguiendo la metodología descrita en el diagrama 3.

2.2.1 Descripción del diagrama de bloques.

1. Recepción de materia prima.

Se eligió carne magra proveniente de pierna trasera de cerdo en canales convencionales de entre 70 y 100 Kg, las cuales se obtienen del corte nacional o americano. Las piernas se recibieron con un máximo de grasa exterior del 4 al 5%. en caso de que la carne llegase caliente, se efectuó un preenfriamiento a temperatura de 5 a 10°C por un lapso de 18 a 24 horas.

2. Despiece o deshuese.

En este punto se retiraron los huesos de la cadera y el fémur sin dañar los músculos de la pierna, retirando también tendones, cartilagos y excesos de grasa constituyentes de la carne, además de residuos de sangre, por medios mecánicos.

3. Limpieza.

Se despezó y se limpió cada una de las partes de la pierna (cara, contra, aguayón, bola, cohete y chambarete).

4. Curado.

El curado se llevó a cabo mediante inyección al 35% de salmuera en forma manual con una jeringa de 250 cc a una temperatura de 0 a 2°C. La formulación de la salmuera empleada se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Composición de salmuera de curado para la elaboración de Jamón Patrón.

| Ingrediente | % (g/100g) |
|--------------------|-----------------------|
| Agua | 50.50 |
| Hielo | 28.32 |
| Acuerdo | 5.00 |
| Polvo praga | 3.00 |
| Lactosa | 1.65 |
| Dextrosa | 5.32 |
| Sacarosa | 4.26 |
| Carragenina | 0.50 |
| Eritorbato | 0.70 |
| Bicarbonato | 0.65 |

Todos los constituyentes se reportan como porcentaje en peso total de la salmuera necesaria para la inyección de la carne.

5. Tenderizado.

La carne se perfundió mediante tenderizado (rasgado de la carne) a una distancia de 1 cm de penetración empleando cuchillos de acero inoxidable para lograr este propósito.

6. Masajeo.

Se realizó en dos etapas, la primera fue un masajeo suave en bombo con un tiempo de 1 a 30 h a 9 rpm con una temperatura de 4°C en una masajeadora Metalquimia 240 con capacidad de 20 Kg y de 9-12 rpm sin vacío.

Posteriormente se dejó reposar la masa durante 18 h a 4°C para completar el curado de la carne. Una vez transcurrido el tiempo de reposo se realizó el segundo masajeo durante 2 h a 9 rpm a una temperatura de 4°C.

7. Embutido.

Se realizó en forma manual con estoquinete y fundas de celulosa selladas haciendo presión para el correcto acomodo de la carne y la eliminación de aire. Después se efectuó el moldeado sobre moldes de acero inoxidable cerrándose a presión media de una capacidad aproximada de 5 Kg.

8. Cocimiento.

Los jamones se sometieron a cocción en forma directa por medio de paila a una temperatura constante de 78-80°C durante 6 h, hasta que la temperatura en el centro del producto alcanzó los 70°C, manteniéndose a esta temperatura durante 20 min.

9. Enfriamiento.

Una vez finalizado el tiempo de cocción se enfrió rápidamente el jamón para provocar el choque térmico necesario para la inactivación de aquellos microorganismos que pudieran sobrevivir al proceso de cocción. Esto se realizó empleando agua a presión a una temperatura de 0 a 4°C, hasta que el producto alcanzó una temperatura interna de 8°C. Posteriormente la pieza fue desmoldada y se retiró el estoquinete manteniendo las fundas de celulosa.

10. Almacenamiento.

Los jamones se almacenaron a una temperatura de 2 a 4°C con una humedad relativa de 70-80%, al resguardo de la luz para evitar posibles reacciones de deterioro en el producto terminado.

2.3 Análisis Químico Proximal.

El análisis químico proximal del jamón patrón y los jamones comerciales se realizó empleando las técnicas oficiales establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-F-123-s-1982 (SECOFI, 1982), las cuales se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Técnicas analíticas para determinación de AQP.

| DETERMINACION | TECNICA |
|---------------|---|
| Proteína | Microkjeldahl ¹ |
| Humedad | Secado por estufa ² (100°C/arena) |
| Grasa | Soxhlet ³ |
| Cenizas | Método general ⁴ |
| Carbohidratos | Fehling ⁵ |

1 SECOFI. Alimentos-Determinación de proteínas. NOM-F-68-S.

2 SECOFI. Determinación de humedad en productos alimenticios. NOM-F-83.

3 SECOFI. Determinación de extracto etéreo (Método de Soxhlet) en alimentos. NOM-F-89-S.

4 SECOFI. Determinación de cenizas en alimentos. NOM-F-66-S.

5 Eagan, H., Kirk, R., Sawyer, R., (1993). Análisis químico de los alimentos de Pearson. Ed. CECSA, México.

Cada determinación se realizó por triplicado, los datos obtenidos fueron analizados mediante un análisis estadístico de varianza de una vía al 95% de confianza para hacer comparaciones entre los productos.

2.4 Extracción de proteína.

Las proteínas presentes en los jamones comerciales, jamón patrón y estándares de aislado protéico de soya Supro 590 (Protein Technologies Internacional) y caseinato de calcio (New Zealand Milk Products) fueron extraídas empleando la técnica de Olivera y Valencia (1990a), utilizando una solución extractora con amortiguador 2% mercaptoetanol/Tris-HCl 0.00625M pH 6.8. Un gramo de muestra se diluyó en 12.5 ml de solución extractora, con agitación en un Vortex (Genie, modelo K 550-G) a la máxima velocidad durante 5 minutos y posterior calentamiento a 100°C por 10 minutos, sometiendo a centrifugación a 3500 rpm durante 30 minutos. El sobrenadante fue separado y la pastilla resultante se sometió a una segunda extracción juntando los sobrenadantes. Las muestras de jamón se concentraron diez veces en volumen en sacos de diálisis de corte 10-14 Kd sobre azúcar glass como deshidratante (Carbonell y Valdés, 1995).

A los concentrados proteicos obtenidos se les determinó la concentración de proteína mediante la técnica de Bradford.

2.5 Electroforesis en geles de poliacrilamida.

Para determinar los perfiles proteicos correspondientes a cada muestra de jamón comercial, se utilizó el sistema electroforético de Laemmli (1970), en geles discontinuos de poliacrilamida-SDS al 12.5%; empleando jamón patrón, caseinato de calcio y aislado proteico de soya como controles

Obteniendo el gel separador al 12.5% a partir de una solución de acrilamida N,N'-bis-metilen-acrilamida en proporción 37.5:1 en Tris HCl 0.357M pH 8.8 con 0.1% de SDS. El gel fue polimerizado por la adición de 0.025% en volumen de tetrametiletilendiamina (TEMED) y persulfato de amonio. El gel concentrador al 6.5% se preparó a partir de la misma solución que para el gel separador, en Tris HCl 0.125M pH 6.8 con 0.1% de SDS y se polimerizó de la misma forma que el gel anterior.

Las muestras fueron diluidas 1:1 (volumen) en solución amortiguadora de Tris-HCl 0.125M pH 6.8, 10% 2-mercaptoetanol, 20% glicerol, 1% SDS y 0.002% azul de bromofenol.

Se utilizó como amortiguador de electrodo una solución de Tris 0.025M, glicina 0.192M pH 8.3 con 0.1% de SDS (Carbonell y Valdés, 1995).

Se efectuó una precorrida en una celda para electroforesis Migthy Small SE 250 (Hoeffer Scientific Instruments, 1992) a 14 mA de corriente constante durante 30 minutos, manteniendo los geles inmersos en amortiguador de electrodo pH 8.3, a fin de limpiar el gel eliminando posibles partículas extrañas que pudieran obstruir la migración de las proteínas, además de saturar el gel para cargarlo

eléctricamente. Al terminar la precorrida el amortiguador fue renovado, se colocaron las muestras y los marcadores de peso molecular [anhidrasa carbónica (29 Kd), albúmina de huevo (45 Kd), albúmina sérica de bovino (66 Kd), β -fosforilasa (97 Kd), β -galactosidasa (116 Kd) y miosina (205 Kd), (Sigma Chem. Co.)]. La corridas electroforéticas se realizaron a 14 mA de corriente constante durante una hora.

Una vez terminada la corrida y obtenidos los geles, las bandas fueron reveladas por tinción con nitrato de plata (Hitchcock y Brown, 1983).

2.5.1 Obtención de pesos moleculares.

Los pesos moleculares de las proteínas presentes en jamón comercial, jamón patrón, aislado de soya y caseinato de calcio se obtuvieron determinando las distancias a las que se ubicaron las bandas de proteína en el gel, midiéndolas desde el borde superior del gel hasta la mitad de la banda, este dato se dividió entre la longitud total del gel para obtener el valor de R_f correspondiente a cada banda de proteína.

$R_f = \text{Distancia de ubicación} / \text{longitud total del gel}$

Conociendo el valor de R_f para cada indicador de peso molecular se construyó una gráfica log PM vs R_f . Los valores de R_f para cada una de las muestras en estudio se interpolaron en la gráfica para obtener el peso molecular correspondiente.

Los corrimientos de los extractos proteicos de cada jamón estudiado se realizaron por triplicado y posteriormente se obtuvieron los perfiles promedios correspondientes mediante un análisis estadístico de varianza simple.

Una vez obtenidos los perfiles electroforéticos correspondientes a cada muestra, éstos se compararon para poder así determinar la presencia de proteína de soya y caseinato de calcio en cada uno de los jamones comerciales estudiados.

CAPITULO III
ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

3.1 Análisis Químico Proximal.

La tabla 5 muestra los resultados obtenidos del Análisis Químico Proximal de los 36 jamones estudiados, de ésta se puede observar que solo el 5.55% de las muestras (muestras 1 y 3, ambas del tipo Extrafino) cumplen con el total de las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana (mostradas en el último renglón). En cuanto al contenido de humedad de los jamones, el rango de variación en las muestras va del 68.32% al 78.77%, encontrándose 15 jamones dentro de normatividad (74% máximo) que representan el 41.66% de las muestras y, el 58.34% restante presenta un mayor contenido de humedad al indicado por la Norma de Calidad. En relación al contenido de grasa, las 36 muestras estudiadas tuvieron contenidos de grasa entre el 1.21% y el 5.17%, encontrándose por debajo del máximo establecido en la Norma Oficial Mexicana (15% máximo), lo cual indica que el 100% de los jamones estuvieron dentro de normatividad en relación a este parámetro. Aunque la Norma de Calidad no reporta valores en cuanto al contenido de cenizas, la comparación contra datos promedio reportados para jamones (2 a 4%) indica que las muestras se encuentran dentro de un rango preestablecido puesto que tuvieron un rango de variación de 2.87% a 4.24% (De Chávez y col., 1992).

En cuanto al contenido de carbohidratos se encontró una variación del 2.21% al 21.34%. La Norma Oficial Mexicana no indica porcentajes permitidos de adición de carbohidratos, aunque la Pirámide de Calidad indica la adición de hasta un 7% de fécula únicamente en jamones del tipo "Popular". En 15 jamones (41.66%

Tabla 5. Análisis Químico Proximal de Embutidos Comerciales tipo "Jamón Cocido".

| GRADO DE CALIDAD | MUESTRA | HUMEDAD % | PROTEÍNA % | GRASA % | CENIZAS % | CHOS % | PRECIO \$/Kg* |
|------------------|---------|---------------|---------------|---------------|--------------|-----------|------------------|
| EXTRAFINO | 1 | 73.32 | 16.49 | 2.8 | 2.87 | 4.51 | 54.50 |
| | 2 | 75.00 | 14.06 | 3.06 | 4.24 | 3.63 | 34.20 |
| | 3 | 72.63 | 18.35 | 2.48 | 3.29 | 3.25 | 46.50 |
| | 4 | 73.78 | 14.83 | 3.69 | 3.2 | 4.5 | 51.40 |
| | 5 | 72.48 | 15.56 | 4.6 | 3.6 | 3.76 | 38.15 |
| | 6 | 76.50 | 15.64 | 1.87 | 3.14 | 2.84 | 32.80 |
| FINO | 7 | 76.15 | 11.07 | 3.12 | 3.15 | 6.5 | 22.60 |
| | 8 | 71.94 | 14.11 | 3.4 | 3.58 | 6.96 | 42.50 |
| | 9 | 76.04 | 14.41 | 2.77 | 3.42 | 3.36 | 22.70 |
| | 10 | 76.01 | 13.36 | 2.32 | 3.15 | 5.17 | 38.40 |
| | 11 | 73.92 | 12.86 | 4.61 | 3.41 | 5.2 | 29.55 |
| | 12 | 73.13 | 11.51 | 3.1 | 3.95 | 8.31 | 20.00 |
| REFERENTE | 13 | 76.11 | 9.68 | 2.31 | 4.23 | 7.68 | 27.00 |
| | 14 | 75.66 | 12.77 | 2.13 | 3.33 | 6.12 | 29.10 |
| | 15 | 78.22 | 9.58 | 1.38 | 2.58 | 8.25 | 14.90 |
| | 16 | 74.48 | 12.22 | 2.23 | 3.71 | 7.36 | 35.80 |
| | 17 | 73.14 | 11.92 | 5.01 | 3.1 | 6.84 | 14.80 |
| | 18 | 73.55 | 13.37 | 3.9 | 3.02 | 6.16 | 16.00 |
| ECONOMICO | 19 | 76.18 | 10.63 | 2.79 | 4.19 | 6.21 | 16.50 |
| | 20 | 73.68 | 7.4 | 3.3 | 3.49 | 12.14 | 18.00 |
| | 21 | 78.07 | 9.58 | 1.86 | 3.78 | 6.71 | 17.50 |
| | 22 | 74.12 | 8.33 | 3.8 | 3.24 | 10.51 | 12.00 |
| | 23 | 78.77 | 11.77 | 2.83 | 3.66 | 2.97 | 14.00 |
| | 24 | 75.57 | 7.33 | 1.21 | 2.88 | 13.01 | 10.00 |
| INTERMEDIO | 25 | 69.41 | 10.07 | 4.69 | 3.11 | 12.7 | 19.15 |
| | 26 | 71.52 | 9.19 | 2 | 3.37 | 13.86 | 25.00 |
| | 27 | 75.16 | 9.85 | 1.75 | 3.6 | 9.64 | 16.50 |
| | 28 | 74.3 | 8.12 | 2.46 | 3.62 | 11.49 | 14.30 |
| | 29 | 74.07 | 8.84 | 3.26 | 3.23 | 10.6 | 16.00 |
| | 30 | 75.18 | 8.51 | 3.07 | 3.71 | 9.53 | 14.35 |
| POPULAR | 31 | 77.98 | 11.99 | 3.72 | 4.1 | 2.21 | 18.00 |
| | 32 | 68.32 | 4.65 | 2.32 | 3.38 | 21.34 | 12.50 |
| | 33 | 72.29 | 4.54 | 4.25 | 3.53 | 15.39 | 13.90 |
| | 34 | 76.48 | 8.68 | 5.17 | 3.27 | 6.4 | 15.00 |
| | 35 | 72.95 | 7.28 | 2.93 | 3.28 | 13.56 | 10.00 |
| | 36 | 76.29 | 8.03 | 2.23 | 3.6 | 9.86 | 16.00 |
| PATRON | | 72.7 | 17.04 | 2.83 | 2.89 | 4.54 | - |
| NORMA | | Máx. 74.00 | Mín. 16.00 | Máx. 15.00 | N.R. | N.R. | |

NOTA: EL SOMBRADO INDICA LAS MUESTRAS QUE NO CUMPLEN CON LA NORMA DE CALIDAD.

* PRECIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO 1994-1996.

de las muestras) se encontró un contenido de carbohidratos mayor al 7%, en los jamones Extrafino el contenido de carbohidratos fue menor al 7% y en algunos casos como en los jamones Popular incluso contenidos hasta del 21.34% que de ninguna manera concuerdan con la manufactura de un jamón.

El contenido de proteína en los jamones fluctuó desde 4.54% en un jamón Popular hasta 18.35% en un jamón Extrafino, tomando en cuenta que la Norma de Calidad indica un contenido mínimo de 16% de proteína, tan solo el 5.55% de éstos cumple con la Norma, como era de esperarse, este porcentaje corresponde a jamones de grado de calidad Extrafino, en los demás jamones del mismo grado de calidad el contenido de proteína varió entre el 14.06% y el 15.56%. Por otra parte, se calcularon las medias para el contenido de proteína en los diferentes grados de calidad de los jamones muestreados y se compararon con los porcentajes mínimos de proteína marcados en la Pirámide de Calidad (tabla 6), observándose que ninguno de los grupos cumple con lo especificado en la Pirámide. Esta situación presenta una problemática de clasificación con respecto al registro original de las marcas puesto que probablemente los productores cumplieron inicialmente con las especificaciones del registro y debido a una falta de metodología adecuada de seguimiento por parte de las autoridades competentes, la producción pudo variarse hacia la venta de productos de menor calidad. Debe indicarse que por el tipo de análisis de proteínas marcado en la Norma no se puede asegurar que la proteína cuantificada sea de origen cárnico, por lo que se considera que la Norma y la

Tabla 6. Contenido porcentual de proteína por grado de calidad.

| GRADO DE CALIDAD | MEDIA MUESTRAL % | PIRAMIDE DE CALIDAD % MINIMO |
|------------------|---------------------|---------------------------------|
| EXTRAFINO | 15.82 | 18.00 |
| FINO | 12.89 | 16.00 |
| PREFERENTE | 11.59 | 14.00 |
| ECONOMICO | 9.17 | 12.00 |
| INTERMEDIO | 9.10 | 11.00 |
| POPULAR | 7.53 | 10.00 |

propuesta de Pirámide de Calidad son incompletas en este sentido. Por otra parte, el rango de variación en el contenido de proteína en cada grupo fue muy alto, esto puede observarse en la tabla 7, en donde los datos se presentan en orden decreciente en cuanto al porcentaje de proteína; era de esperarse que el grado de calidad se presentara conforme a este orden y, sin embargo, existieron marcas que corresponden a un grado de calidad bajo y su contenido de proteína se encontró dentro de valores de grado de calidad alto y viceversa.

3.2 Electroforesis en geles de poliacrilamida.

3.2.1 Perfil electroforético de patrones.

Los resultados arriba citados condujeron evaluar si la proteína contenida en las muestras correspondía solo a origen cárnico o existía la presencia de proteína de otro origen. Con este fin se realizaron ensayos electroforéticos en geles de poliacrilamida para detectar la presencia de bandas protéicas no correspondientes a carne de cerdo en los jamones comerciales a partir de extractos realizados con solución de Olivera (1990) según fue definido en el capítulo de materiales y métodos. En la figura 1 se presentan los perfiles protéicos de los patrones de carne de cerdo, aislado protéico de soya y caseinato de calcio. El contenido de proteína total en cada carril fue ajustado a la misma concentración para todos los casos (tanto para los patrones como para los jamones prueba), a fin de no generar variación en los resultados por efecto de concentración. El ajuste de proteínas se realizó mediante la técnica de

Tabla 7. Contenido porcentual de proteína por marca.

| MARCA | PROTEÍNA ¹ % | GRADO DE CALIDAD ² |
|-------|----------------------------|-------------------------------|
| 3 | 18.35 | 1 |
| 1 | 16.49 | 1 |
| 6 | 15.64 | 1 |
| 5 | 15.56 | 1 |
| 4 | 14.83 | 1 |
| 9 | 14.41 | 2 |
| 8 | 14.11 | 2 |
| 2 | 14.06 | 1 |
| 18 | 13.37 | 3 |
| 10 | 13.36 | 2 |
| 11 | 12.86 | 2 |
| 14 | 12.77 | 3 |
| 16 | 12.22 | 3 |
| 31 | 11.99 | 6 |
| 17 | 11.92 | 3 |
| 23 | 11.77 | 4 |
| 12 | 11.51 | 2 |
| 7 | 11.07 | 2 |
| 19 | 10.63 | 3 |
| 25 | 10.07 | 5 |
| 27 | 9.85 | 5 |
| 13 | 9.68 | 3 |
| 21 | 9.58 | 4 |
| 15 | 9.58 | 3 |
| 26 | 9.19 | 5 |
| 29 | 8.84 | 5 |
| 34 | 8.68 | 6 |
| 30 | 8.50 | 5 |
| 22 | 8.33 | 4 |
| 28 | 8.12 | 5 |
| 36 | 8.03 | 6 |
| 20 | 7.40 | 4 |
| 24 | 7.33 | 4 |
| 35 | 7.28 | 6 |
| 32 | 4.65 | 6 |
| 33 | 4.54 | 6 |

1 ORDEN DECRECIENTE CON RESPECTO AL % DE PROTEÍNA.

2 LOS NÚMEROS 1 A 6 INDICAN RESPECTIVAMENTE LOS GRADOS DE CALIDAD EXTRAFINO, FINO, PREFERENTE, ECONOMICO, INTERMEDIO Y POPULAR.



Figura 1. Perfil electroforetico de patrones
1. Caseinato de calcio
2. Jamón Patrón
3. Proteína aislada de soya
4. Indicador de Peso Molecular

Bradford (ver anexo 3) interpolando los valores obtenidos para los extractos en la curva de calibración que se presenta en la gráfica 1, cuya ecuación de regresión fue: $y = 0.0166x + 0.0030$, $r = 0.9902$. Donde: y = Absorbancia

x = Concentración

r = Correlación

Los perfiles electroforéticos de los patrones de jamón, aislado proteico de soya y caseinato de calcio se presentan en la tabla 8, en ella puede observarse que existen 4 bandas con pesos moleculares de 294, 70, 51 y 26 Kd que son comunes a los tres patrones. Pudiendo diferenciarse las bandas de 392, 280, 255, 232, 214, 205, 199, 147, 85, 74, 71, 66, 63, 56, 52, 49, 47, 41, 39, 36, 32, 29, 28, 23, 20, 17, 14, 12 y 9 Kd como características para soya y las bandas 356, 312, 266, 239, 200, 195, 154, 87 y 30 Kd características para caseinato de calcio. Las bandas de 356, 182, 171, 160, 150, 129, 124, 44, 40, 37, 21, 18, 16 y 13 Kd de peso molecular son comunes a soya y caseinato pero no a carne de cerdo. Estos perfiles electroforéticos se compararon con los perfiles proteicos correspondientes reportados en la bibliografía, identificando las proteínas que se presentan en las tablas 9, 10 y 11. Para el aislado proteico de soya se identificaron proteínas como la fracción de globulina 7S (26 Kd) y proteína del gluten (51 Kd) cuyos pesos moleculares coinciden con miosina y enolasa, ambas proteínas de carne de cerdo, además de las proteínas que coinciden con caseinato de calcio como la fracción de globulina 7S (26 Kd), proteína de gluten

**Gráfica 1. Curva Patrón para determinación de proteínas.
(Técnica Bradford, 1976)**

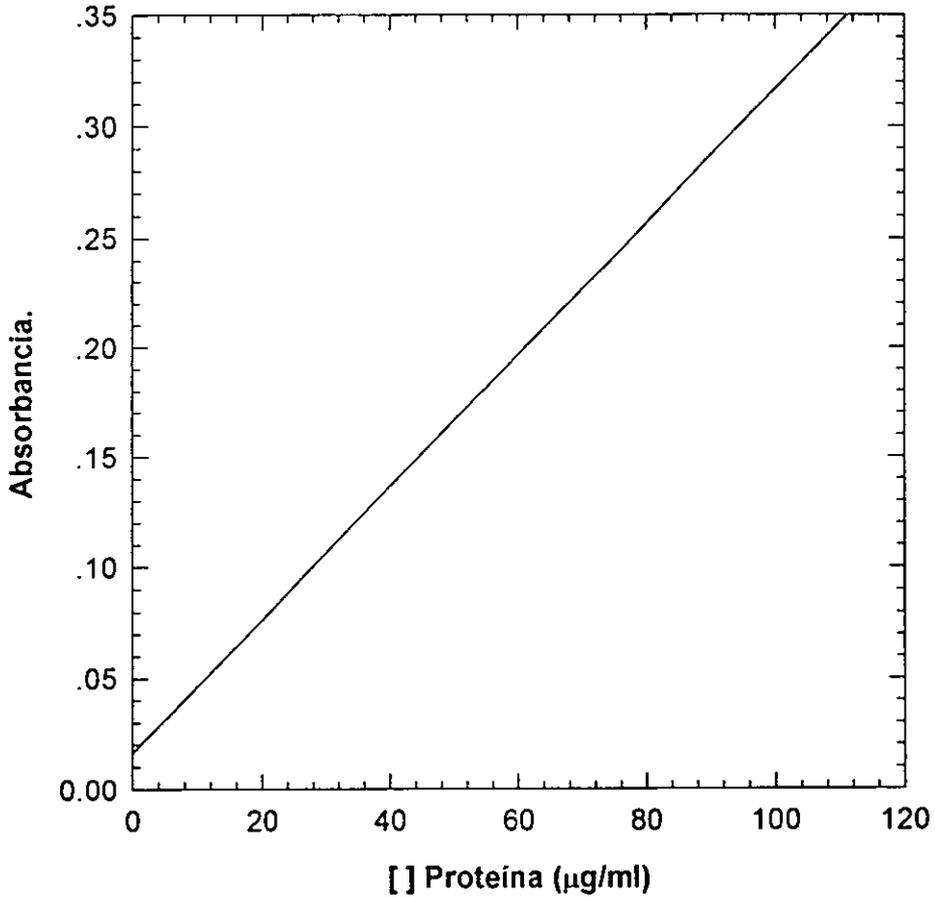


Tabla 8. Pesos Moleculares de patrones de jamón, soya y caseinato.

| JAMON PATRON (Kd) | SOYA (Kd) | CASEINATO (Kd) |
|----------------------|--------------|-------------------|
| 412.108 | 392.792 | |
| 374.597 | 356.870 | 356.870 |
| 324.404 | 324.404 | |
| 294.736 | 294.736 | 312.895 |
| 287.858 | | 294.736 |
| | 280.935 | |
| | | 266.236 |
| | 255.243 | |
| 243.389 | 243.022 | |
| | | 239.338 |
| | 232.622 | |
| 223.830 | 222.394 | 223.913 |
| 221.042 | | |
| 216.282 | | 216.380 |
| 213.202 | 214.660 | |
| | 209.973 | |
| | 205.892 | |
| | 199.155 | 200.827 |
| | | 195.624 |
| 191.524 | | |
| 189.106 | | 189.322 |
| | 182.073 | 182.754 |
| 174.009 | | |
| 172.305 | | |
| | 171.102 | 171.102 |
| 166.181 | 166.418 | |
| | 160.155 | 159.956 |
| 158.095 | | |
| 153.104 | 153.614 | |
| | | 154.689 |
| | 150.144 | 150.693 |
| | 147.266 | |
| 143.713 | | |
| 141.251 | | |
| 139.834 | | 139.851 |
| 136.911 | | 136.911 |
| 131.047 | | |
| | 129.883 | 130.792 |
| | 124.390 | 124.578 |
| 122.272 | | 122.272 |
| 118.246 | | |
| 114.449 | 114.452 | |
| 109.175 | 109.874 | |
| 106.165 | | |
| | 99.979 | 99.979 |

ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

| | | |
|--------|--------|--------|
| 93.590 | | |
| 88.046 | | 87.412 |
| | 85.134 | |
| 81.424 | 81.862 | |
| 78.140 | 78.588 | |
| | 74.378 | |
| 73.914 | | |
| | 71.886 | |
| 69.912 | 70.000 | 70.737 |
| | 66.663 | |
| 65.098 | | |
| | 63.698 | |
| 62.491 | | |
| 58.633 | 58.295 | |
| | 56.239 | |
| 54.084 | | |
| | 52.686 | |
| 51.107 | 51.713 | 51.097 |
| | 49.833 | |
| | 47.686 | |
| 45.625 | | |
| | 44.674 | 44.677 |
| 42.406 | | |
| | 41.938 | |
| | 40.314 | 40.596 |
| 38.699 | 38.582 | |
| | 37.772 | 37.772 |
| | 36.091 | |
| 34.254 | | 34.985 |
| | 32.235 | |
| 31.857 | | 30.885 |
| | 29.812 | |
| | 28.771 | |
| 26.532 | 26.114 | 26.114 |
| 24.339 | 24.415 | |
| | 23.088 | |
| 22.416 | | 22.832 |
| | 21.409 | 21.247 |
| | 20.151 | |
| 19.427 | | |
| | 18.669 | 18.488 |
| | 17.403 | |
| | 16.322 | 16.697 |
| 15.690 | 15.243 | |
| | 14.270 | |
| | 13.327 | 13.769 |
| | 12.481 | |
| 11.807 | | 11.943 |
| 10.368 | | |
| | 9.613 | |
| 8.914 | | |
| 6.379 | | |

Tabla 9. Proteínas identificadas para Jamón Patrón.

| PESO MOLECULAR (Kd) | PROTEINA |
|------------------------|--|
| 191.524 | Actina α , Fosfoglucomutasa |
| 158.095 | Aldolasa |
| 143.713 | Fosfogliceraldehido, deshidrogenasa |
| 141.251 | Proteína C Lactato deshidrogenasa |
| 99.979 | Enolasa |
| 81.424 | Creatin-quinasa |
| 78.140 | Fosfoglucomutasa (subunidad) |
| 73.914 | Malato deshidrogenasa |
| 65.098 | Hemoglobina |
| 51.107 | Enolasa (subunidad) |
| 42.406 | Actina G |
| 38.699 | Malato deshidrogenasa (subunidad) |
| 26.532 | Miosina (subunidad) |
| 15.690 | Mioglobina |

Badui, D.S., (1994). Química de los alimentos. Ed. Harla, México. p.431-449

Tabla 10. Proteínas identificadas para soya.

| PESO MOLECULAR (Kd) | PROTEINA |
|------------------------|---|
| 356.870 | Globulina 11S (Petruccelli, 1995, Iwabuchi, 1987, Utsumi, 1981) |
| 222.394 | Glicinina (Utsumi, 1981) |
| 209.973 | Glicinina (Utsumi, 1981) |
| 199.155 | Glicinina (Utsumi, 1981) |
| 171.102-147.266 | Globulina 7S (Iwabuchi, 1987) |
| 99.979 | Lipoxigenasa (Iwabuchi, 1987) |
| 85.134-78.588 | Gluten (Rizui, 1980) |
| 70.000 | Gluten (Rizui, 1980) |
| 58.295 | α - β Conglicinina (Vu Huu Thanh, 1977) |
| | β -Amilasa (Iwabuchi, 1987) |
| 56.239 | α - β Conglicinina (Vu Huu Thanh, 1977) |
| 51.713 | Gluten (Rizui, 1980) |
| 44.677 | Fracción Lx (Sathe, 1989) |
| | β - γ - β -Conglicinina (Vu Huu Thanh, 1977) |
| 41.938 | β - γ - β -Conglicinina (Vu Huu Thanh, 1977) |
| 38.582-37.772 | Glicinina (Iwabuchi, 1987, Utsumi, 1981) |
| 36.091 | Gluten (Rizui, 1980) |
| 32.235 | Aglutinina (Iwabuchi, 1987) |
| 29.812 | Aglutinina (Iwabuchi, 1987) |
| | Fracción Lx (Sathe, 1989) |
| 26.114 | Globulina 7S (Hu y Esen, 1981) |
| 21.409 | Inhibidor de tripsina (Iwabuchi, 1987) |
| 18.669-17.403 | Fracción Lx (Sathe, 1989) |
| | Glicinina (Utsumi, 1981) |
| 16.322 | Globulina 7S (Hu y Esen, 1981) |

Tabla 11. Proteínas identificadas para Caseinato.

| PESO MOLECULAR (Kd) | PROTEINA |
|--------------------------------|---|
| 356.870-216.380 | Inmunoglobulinas (Badui, 1994) |
| 200.827 | Proteosa peptona (Badui, 1994) |
| 70.737 | Seroalbúmina (Badui, 1994) |
| 40.596 | β -lactoglobulina (Lawrence, 1984) |
| 26.114 | Caseína α_{s2} (Modler, 1985, Badui, 1994) |
| 22.832 | Caseína α_{s1} (Lawrence, 1984, Badui, 1994) |
| 18.488 | Caseína κ (Badui, 1994) |
| | β -lactoglobulina (Olivera, 1990) |
| 13.769 | α -lactalbúmina (Badui, 1994, Olivera, 1990) |

(70 Kd) e inhibidor de tripsina (21 Kd), proteínas que no pueden ser utilizados como posibles marcadores de adulteración.

En el caso del caseinato de calcio, se encontraron no solo las proteínas correspondientes a la caseína según lo reportado en la bibliografía (ver tabla 11), lo que corresponde a proteínas con un peso molecular entre 14 y 25 Kd, sino también proteínas con un peso molecular entre 40 y 356 Kd (tabla 8), correspondientes a proteínas del suero de leche (tabla 11), lo cual indica que el caseinato empleado no fue purificado completamente. Se identificaron bandas de caseinato de calcio de 26 Kd (caseína α_{s2}) y 51 Kd cuyos pesos moleculares coinciden con miosina y enolasa, ambas proteínas de carne de cerdo. Así como proteínas de 21 Kd (caseína α_{s1}), 26 Kd (caseína α_{s2}) y 70 Kd (seroalbúmina) que coinciden con proteínas de soya como inhibidor de tripsina, globulina 7S y gluten, respectivamente. Por lo que aún siendo estas proteínas de caseinato puro, no pueden ser utilizadas como indicadores de adulteración con caseinato.

3.2.2 Perfil electroforético de jamones comerciales.

A partir del ensayo anterior se determinó la presencia de bandeos característicos para soya y caseinato en muestras de jamón comercial. Las figuras 2, 3, 4, 5, 6 y 7 muestran los bandeos representativos obtenidos durante las electroforesis de los jamones comerciales con respecto a su grado de calidad. En la tabla 12 se presenta el porcentaje de bandeo exclusivo a jamón patrón, aislado protéico de soya y caseinato de calcio, así como bandas

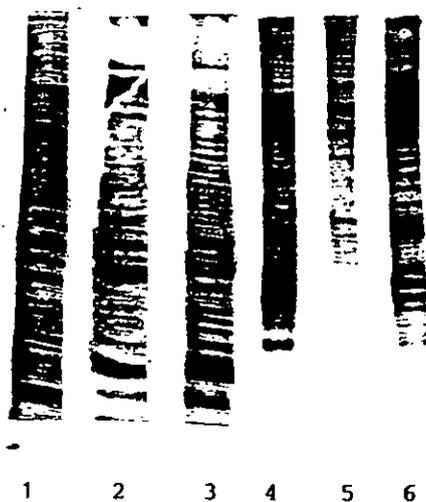


Figura 2. Perfil Electroforético de Jamones Comerciales
Grado de Calidad Extrafino



Figura 3. Perfil electroforético de Jamones Comerciales
Grado de Calidad Fino

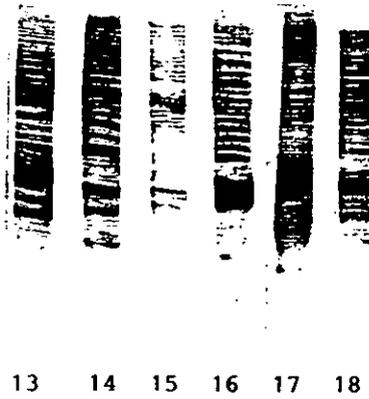


Figura 4. Perfil Electroforético de Jamones Comerciales
Grado de calidad Preferente

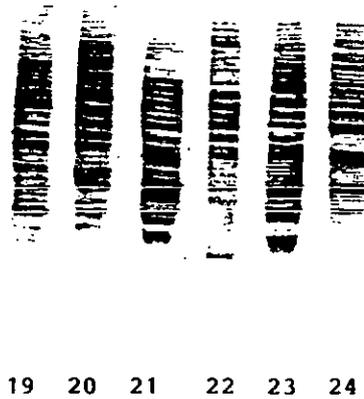


Figura 5. Perfil electroforético de Jamones Comerciales
Grado de Calidad Económico



Figura 6. Perfil Electroforético de Jamones Comerciales
Grado de calidad Intermedio



Figura 7. Perfil electroforetico de Jamones Comerciales
Grado de Calidad Popular

Tabla 12. Porcentaje de bandeado proteico en jamones comerciales.

| GRADO DE CALIDAD | MUESTRA | PATRON % | SOYA % | CASEINATO % | SOYA-CASEINATO % |
|------------------|---------|----------|--------|-------------|------------------|
| EXTRAFINO | 1 | 52.94 | 17.64 | 5.88 | 17.64 |
| | 2 | 45.00 | 25.00 | 5.00 | 0.00 |
| | 3 | 32.00 | 36.00 | 8.00 | 12.00 |
| | 4 | 35.70 | 35.70 | 14.28 | 14.28 |
| | 5 | 45.00 | 20.00 | 10.00 | 10.00 |
| | 6 | 44.44 | 16.66 | 11.11 | 5.55 |
| FINO | 7 | 21.42 | 42.85 | 0.00 | 21.42 |
| | 8 | 43.75 | 12.50 | 12.50 | 18.75 |
| | 9 | 42.85 | 7.14 | 14.28 | 14.28 |
| | 10 | 28.57 | 42.85 | 7.14 | 7.14 |
| | 11 | 37.50 | 29.16 | 8.33 | 12.50 |
| | 12 | 42.85 | 7.14 | 14.28 | 14.28 |
| PREFERENTE | 13 | 44.00 | 20.00 | 8.00 | 8.00 |
| | 14 | 38.46 | 26.92 | 7.69 | 7.69 |
| | 15 | 31.81 | 27.27 | 0.00 | 9.09 |
| | 16 | 34.78 | 26.08 | 0.00 | 8.69 |
| | 17 | 33.33 | 25.00 | 0.00 | 8.33 |
| | 18 | 33.33 | 25.00 | 0.00 | 8.33 |
| ECONOMICO | 19 | 36.84 | 15.78 | 5.26 | 21.05 |
| | 20 | 38.88 | 16.66 | 11.11 | 16.66 |
| | 21 | 38.88 | 16.66 | 11.11 | 16.66 |
| | 22 | 34.78 | 34.78 | 8.69 | 0.00 |
| | 23 | 30.00 | 50.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 24 | 42.85 | 28.57 | 0.00 | 7.14 |
| INTERMEDIO | 25 | 38.46 | 15.38 | 0.00 | 0.00 |
| | 26 | 38.46 | 15.38 | 0.00 | 0.00 |
| | 27 | 50.00 | 7.14 | 7.14 | 0.00 |
| | 28 | 27.77 | 33.33 | 0.00 | 0.00 |
| | 29 | 53.33 | 20.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 30 | 40.00 | 40.00 | 0.00 | 0.00 |
| POPULAR | 31 | 67.85 | 7.14 | 3.57 | 3.57 |
| | 32 | 67.85 | 7.14 | 3.57 | 3.57 |
| | 33 | 57.69 | 11.53 | 3.84 | 7.69 |
| | 34 | 62.96 | 7.40 | 3.70 | 3.70 |
| | 35 | 64.28 | 3.57 | 3.57 | 3.57 |
| | 36 | 57.89 | 15.78 | 5.26 | 10.52 |

comunes soya-caseinato, en los jamones comerciales analizados, calculados con base al número total de bandas presentado en cada una de las muestras de jamón analizadas. Puede observarse que existe adición soya-caseinato en el 100% de los jamones con grado de calidad Extrafino y Popular, en el 83.33% y 33.33% de los grados de calidad Fino y Preferente, respectivamente. La presencia de aislado protéico de soya como única proteína diferente a la de origen cárnico se observó, respectivamente en el 16.66% y 66.66% de los jamones de grado de calidad Fino y Preferente. En ninguna de las muestras en estudio se encontró presencia únicamente de caseinato de calcio.

En los grados de calidad Económico e Intermedio existió soya-caseinato en el 66.66% y 16.66% de los casos, respectivamente y en el resto se identificó solamente proteína aislada de soya.

La Norma Oficial Mexicana (NOM-F-123-s-1982) solo permite el uso de hidrolizados proteicos de origen vegetal como aditivos en la producción de jamón, por lo tanto, solo el 33% (12 de 36) de las muestras cumplieron con esta especificación. De los 12 jamones que fueron adicionados únicamente con soya solo 1 correspondió al tipo Fino, encontrándose los 11 restantes en los tipos Preferente (4), Económico (2) e Intermedio (5). Por otro lado, la Pirámide de Calidad indica que solo en los jamones tipo Económico e Intermedio puede ser adicionada proteína tanto de origen vegetal como animal. En este sentido los jamones Económicos e Intermedios siguen cumpliendo con los parámetros establecidos en cuanto al tipo de proteína utilizada para su manufactura, sin

embargo, los otros tipos de jamones se encuentran fuera de normatividad. Desde este punto de vista, solo los jamones Económicos e Intermedios se encuentran bien clasificados, en tanto que en los otros tipos de jamones sería necesaria su reclasificación.

Aunque en algunos casos el porcentaje de bandeo de caseína fue mayor al de soya, no puede establecerse una relación proporcional al contenido real de cada aditivo en la muestra puesto que del 100% de bandas obtenidas en el perfil electroforético del patrón de caseinato, solo el 22.86% fueron identificadas como exclusivas de caseína, mientras que de soya se identificaron el 48.30%.

Además de que no puede determinarse en este estudio la concentración real de las proteínas adicionadas a la muestra, puesto que no se utilizaron técnicas capaces de cuantificar los bandeos aislados como lo serían la densitometría de placas o ensayos inmunológicos (Iwabuchi y Yamauchi, 1987b). Adicionalmente, la técnica electroforética empleada presenta errores que pueden afectar el análisis de los bandeos como lo sería el fenómeno conocido como "migración aberrante", que consiste en que proteínas de pesos moleculares no relacionados pueden formar complejos apareciendo como una sola banda o que proteínas formen complejos con carbohidratos o lípidos provenientes de la muestra que afectan igualmente el peso molecular aparente del bandeo (Jang y Swaisgood, 1990), aunque este problema puede ser resuelto utilizando electroforesis bidimensional (Lei y col., 1983). Carbonell (1995), encontró que las fracciones de peso molecular correspondientes a la zona de 25 a 48 Kd no

eran evidentes en jamones adicionados experimentalmente cuando la concentración de soya se encontraba por encima del 3% (bajo las condiciones de estudio), en tanto se presentaba un aumento aparente en la concentración de la fracción de 61 a 67 Kd , lo que está en acuerdo con reportes de la agregación inespecífica de proteínas de la fracción de globulina 7S de soya por efecto de concentración o bajo influencia térmica a 80° C, aún en la presencia de 2-Mercaptoetanol (Iwabuchi y Yamauchi, 1991, Sathe, et.al., 1989), por lo que por medio del simple análisis electroforético no es posible determinar la concentración de estas proteínas. Se han designado como marcadores de adulteración con soya a las fracciones de α -glicinina (Iwabuchi y Yamauchi, 1987b, Woychik, et. al., 1987), β -conglucina (Iwabuchi y Yamauchi, 1987b, Thanh y Shibasaki, 1979) y fracción Lx (Olivera y Valencia, 1990), sin embargo en el presente estudio aunque se encontró que algunas subunidades de estas fracciones coinciden con proteínas de carne de cerdo y de caseína, se pueden identificar fracciones de globulina 7S (147.26 Kd) como indicadores de la presencia de proteína de soya, al ser estas bandas las que se presentaron en la mayor parte de las muestras estudiadas, según se puede ver en la tabla 13 . El hecho de que en este estudio no hayan coincidido todos los marcadores con los reportados, puede deberse a que existe heterogeneidad en las proteínas dependiendo de la variedad de soya (Utsumi y col.,1981); además, tomando en cuenta que la extracción de proteína se realizó a un pH de 6.8 el cual pudo haber sido acidificado por la presencia de nitritos en el jamón, llevándolo hasta

Tabla 13. Proteínas de soya presentes en jamones comerciales

| PESO MOLECULAR Kd | 1* % | 2* % | 3* % | 4* % | 5* % | 6* % | MUESTRA TOTAL □ % |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------------|
| 232.622 | | | | 33.33 | | 100 | 22.22 |
| 214.660 | | | | 16.66 | | | 2.77 |
| 205.892 | | | | 83.33 | | | 13.88 |
| 199.155 | | | | 16.66 | | | 2.77 |
| 147.266 | 66.66 | 33.33 | | 33.33 | 50.00 | | 30.55 |
| 85.134 | | | 66.66 | 16.66 | | | 13.88 |
| 74.378 | | | 33.33 | | | | 5.55 |
| 66.663 | 33.33 | 33.33 | 33.33 | | 50.00 | 33.33 | 30.55 |
| 63.698 | | | | 33.33 | 33.33 | 33.33 | 16.66 |
| 56.239 | | 50.00 | | | 33.33 | | 13.88 |
| 52.680 | | | 100 | | 33.33 | 16.66 | 25.00 |
| 49.833 | | | 66.66 | | 16.66 | 16.66 | 16.66 |
| 47.686 | 50.00 | 50.00 | | 16.66 | | | 19.44 |
| 41.938 | 16.66 | | 66.66 | | | | 13.88 |
| 36.091 | | | 16.66 | | | | 2.77 |
| 32.235 | | 50.00 | | | 33.33 | | 13.88 |
| 29.812 | 16.66 | 16.66 | | | | | 5.55 |
| 28.771 | | | 33.33 | | | | 5.55 |
| 23.088 | 16.66 | 16.66 | 50.00 | 50.00 | | | 22.22 |
| 20.151 | 16.66 | | | | | | 2.77 |
| 17.403 | 16.66 | 16.66 | | | | | 5.55 |
| 14.270 | 33.33 | 33.33 | | | | | 11.11 |
| 12.481 | 33.33 | | 66.66 | | | | 16.66 |
| 9.613 | 16.66 | | | | | | 2.77 |

NOTA: LOS NÚMEROS 1 A 6 INDICAN RESPECTIVAMENTE LOS GRADOS DE CALIDAD EXTRAFINO, FINO, PREFERENTE, ECONOMICO, INTERMEDIO Y POPULAR.

* SUMATORIA DE PERFILES DE 6 JAMONES POR GRADO DE CALIDAD.

□ % DE BANDAS EN LOS 36 JAMONES.

un pH cercano al de 6.4 en el que las globulinas 11S precipitan (Iwabuchi y Yamauchi, 1987a), pudieron haberse perdido fracciones de éstas en la pastilla resultante de la extracción. Por otro lado, la presencia de fracciones de globulina 7S de alto peso molecular en solo dos de los grados de calidad estudiados (Popular y Económico), hace suponer que en éstos, la concentración de proteína de soya es mayor que en los otros grados de calidad, en los que se observó la presencia de las subunidades de menor peso molecular de las mismas fracciones. Las proteínas de caseinato de calcio identificadas como exclusivas para éste, se presentaron en los perfiles electroforéticos de los jamones comerciales en los porcentajes reportados en la tabla 14, en donde se observa que en los grados de calidad Popular y Económico se evidencia la presencia de proteínas de 266 y 312 Kd que corresponden a inmunoglobulinas, proteínas del suero lácteo, y no existe la presencia de proteínas de menor peso molecular que corresponderían a caseína, por lo que se puede suponer que este tipo de jamones no han sido adicionados con caseinato de calcio, sino con suero lácteo. Por el contrario, en los demás grados de calidad se encontraron bandas de menor peso molecular, correspondientes a caseinato de calcio.

Contrastando estos resultados con los obtenidos del análisis químico proximal (tabla 5), se puede afirmar que no existe relación entre el contenido porcentual de proteína, el grado de calidad, la adulteración con proteína de origen no cárnico y el precio de venta al consumidor.

Tabla 14. Proteínas de caseína presentes en jamones comerciales.

| PESO MOLECULAR Kd | 1 % | 2 % | 3 % | 4 % | 5 % | 6 % | MUESTRA TOTAL % |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----------------|
| 312.895 | | | | 50.00 | | | 8.33 |
| 266.236 | | | | 66.66 | | 100 | 27.77 |
| 239.338 | 83.33 | 83.33 | 33.33 | | | | 33.33 |
| 195.624 | 33.33 | 33.33 | 33.33 | | | | 16.66 |
| 154.689 | 33.33 | | | | | | 5.55 |
| 30.885 | 16.66 | 33.33 | | | 16.66 | | 11.11 |

NOTA: LOS NUMEROS 1 A 6 INDICAN RESPECTIVAMENTE LOS GRADOS DE CALIDAD EXTRAFINO, FINO, PREFERENTE, ECONOMICO, INTERMEDIO Y POPULAR.

CAPITULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al término del desarrollo experimental del presente estudio se llegó a las siguientes conclusiones:

Únicamente dos muestras (1 y 3) de las 36 estudiadas, pertenecientes al grado de calidad Extrafino cumplieron con las especificaciones marcadas en la Norma Oficial Mexicana (NOM-F-123-s-1982) con respecto a contenidos de humedad, grasa y proteína, lo que representa un 5.5% de la muestra total.

Ninguna de las muestras analizadas cumple con el contenido porcentual de proteína establecido en la Pirámide de Calidad en sus diferentes categorías.

En el 100% de los jamones comerciales estudiados se detectó la presencia de proteínas de soya y/o caseinato.

El 33.33% de las muestras contienen únicamente proteína de soya como proteína diferente a la cárnica, el 66.6% restante presentó una mezcla de soya-caseinato.

En ningún caso los productos cárnicos presentaron únicamente caseinato como proteína ajena a la carne.

Tomando en cuenta las bandas que se presentan con mayor frecuencia en el total de los jamones, se identificaron como indicadores de adición de proteína diferente a la cárnica la fracción de globulina 7S (147.26 Kd) para soya, fracciones de proteosa peptona (195.6 Kd) e inmunoglobulinas (239.33 Kd) para caseinato de calcio.

Contrastando los resultados obtenidos tanto del Análisis Químico Proximal como del perfil electroforético se puede concluir que no existe relación entre el contenido porcentual de proteína, el grado de calidad, la adulteración con proteína de origen no cárnico y el precio de venta al consumidor.

Siendo que en la mayoría de los casos los contenidos de proteína para cada grado de calidad en los jamones comerciales se encontraron por debajo de la especificación y que en aquellos casos en los que este contenido se encontraba dentro de la norma, se evidenció la presencia de proteína de origen no cárnico, se considera que el precio de venta al consumidor debe ser ajustado a la realidad del producto que se ofrece.

Como recomendaciones del presente trabajo se sugiere determinar:

El presente estudio no garantiza que los productos estudiados no tengan proteína de alguna especie animal diferente a la de cerdo, para concluir este

punto sería necesario conocer los perfiles electroforéticos de las proteínas de las especies más comunmente empleadas para esto (como pavo).

El pH final del extracto de proteína, a fin de comprobar que éste no se haya visto modificado, evitando con esto acercarse al punto isoeléctrico de las globulinas 11S para no tener pérdida de estas fracciones.

El contenido de proteína en la pastilla resultante de la extracción para conocer el porcentaje de proteína extraída y porcentaje residual para determinar se el porcentaje de proteína extraída es representativo del total de proteína presente en el jamón.

La actividad remanente de β -amilasa mediante un ensayo colorimétrico, ya que esta enzima resiste las condiciones de producción del embutido y se ve incrementada con el aumento en la concentración de proteína de soya.

Realizar ensayos inmunológicos que permitan determinar en jamones comerciales la presencia de las proteínas identificadas en este estudio como indicadoras de adulteración.

Determinar mediante densitometría de placa la concentración real de las bandas proteicas obtenidas en los geles en los diferentes productos, con el objeto de volver la prueba cuantitativa.

ANEXOS

ANEXO I

SECRETARIA DE PATRIMONIO

Y

FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA OFICIAL MEXICANA

NOM-F-123-S-1982

ALIMENTO-JAMON COCIDO-ESPECIFICACIONES.

FOODS-COOKED HAM-SPECIFICATIONS

DIRECCION GENERAL DE NORMAS

- **0 INTRODUCCION.**

Las especificaciones que se establecen en esta norma sólo podrán satisfacerse cuando en la elaboración del producto se utilicen materias primas e ingredientes de calidad sanitaria, se apliquen buenas técnicas de elaboración, se realicen en locales e instalaciones bajo condiciones higiénicas, que aseguren que el producto es apto para el consumo humano de acuerdo con el Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos, sus reglamentos y demás disposiciones de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

- **1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION.**

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones que debe cumplir el producto alimenticio denominado "Jamón Cocido".

- **2 REFERENCIAS.**

Esta norma se complementa con las vigentes de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

| | |
|------------|--|
| NOM-F-66-S | Determinación de cenizas en alimentos. |
| NOM-F-68-S | Alimentos - Determinación de proteínas. |
| NOM-F-83 | Determinación de humedad en productos alimenticios. |
| NOM-F-89-S | Determinación de extracto etéreo (Método de Soxhlet) en alimentos. |
| NOM-F-97-S | Determinación de nitritos en embutidos. |

| | |
|-----------|---|
| NOM-F-253 | Cuenta de bacterias mesofílicas aerobias. |
| NOM-F-285 | Muestreo y transporte de muestras de alimentos para análisis microbiológico. |
| NOM-F-286 | Preparación y dilución de muestras de alimentos para análisis microbiológicos. |
| NOM-F-304 | Método general de Investigación de <i>Salmonella</i> , en alimentos. |
| NOM-F-310 | Determinación de cuenta de <i>Estafilococos Aureo</i> , coagulasa positiva, en alimentos. |
| NOM-F-318 | Determinación de nitratos en embutidos. |
| NOM-F-320 | Determinación de fosfatos en embutidos. |
| NOM-Z-12 | Muestreo para la inspección por atributos. |

- **3 DEFINICIONES.**

Para los efectos de esta norma se establecen las siguientes definiciones:

3.1 Jamón cocido.

Es el producto alimenticio preparado con la carne de las piernas traseras de cerdos sanos, sacrificados bajo inspección sanitaria. Las piernas deben ser recortadas en forma especial, se debe excluir la carne maltratada, además de quitar todos los huesos y dejar prácticamente libre de cartílagos, tendones,

ligamentos sueltos y tejido conjuntivo. Sometida a curación (véase 3.2) y cocimiento (véase 3.3). El producto final debe ser empacado y refrigerado.

3.2 Curación.

Es la aplicación de salmuera preparada con una mezcla de sal, nitrito de sodio, adicionado o no de aditivos (véase 5.5), al jamón. La carne almacenada en refrigeración entre 273 y 278°K (0 y 5°C) pasa a su curación , a temperaturas entre 276 y 284°K (3 y 11°C), por tiempo necesario, según técnica empleada.

3.3 Cocimiento.

Es el que se efectúa al producto en condiciones de tiempo y temperatura necesarias dependiendo del tamaño y forma del jamón, de tal manera que se logre un cocimiento completo del producto, siendo la temperatura interna mínima de 341°K (68°C), a una presión de 760 mm de mercurio.

• 4 CLASIFICACION Y DESIGNACION DEL PRODUCTO.

El producto objeto de esta norma se clasifica en un sólo tipo y un sólo grado de calidad.

• 5 ESPECIFICACIONES.

El producto objeto de esta norma debe cumplir con las siguientes especificaciones:

5.1 Sensoriales.

Color: Rosado, característico.

Olor: Agradable, característico, exento de olores extraños.

Sabor: Agradable, característico, exento de sabores extraños.

Consistencia: Firme, compacta y el aspecto del producto al rebanarse debe ser terso.

5.2 Físicas y químicas.

Los jamones deben cumplir con las especificaciones físicas y químicas anotadas en la tabla 1.

TABLA 1

| ESPECIFICACIONES | MINIMO | MAXIMO |
|-----------------------------|--------|--------|
| Humedad % | | 74 |
| Grasa % | | 15 |
| Proteína de origen animal % | 16 | |

5.3 Microbiológicas.

5.3.1 El producto objeto de esta norma no debe contener microorganismos patógenos, toxinas microbianas, antibióticos ni otras sustancias tóxicas que puedan afectar la salud del consumidor o provocar deterioro del producto.

5.3.2 El jamón cocido debe cumplir con las especificaciones microbiológicas anotadas en la tabla 2.

TABLA 2

| ESPECIFICACIONES | Col/g Máximo |
|-----------------------|--------------|
| Mesofílicas aerobias | 100 000 |
| Staphylococcus aureus | 1 000 |
| Salmonella en 25 g | Negativo |

5.4 Materia extraña objetable.

El producto objeto de esta norma debe estar libre de: fragmentos de insectos, pelos y excretas de roedores, así como de cualquier otra materia extraña.

5.5 Aditivos alimentarios.

Se permite el uso de los siguientes aditivos y otros dentro de los límites autorizados por la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

5.5.1 Oxidantes.

Nitrito de sodio máximo en producto terminado 156 mg/Kg (156 ppm).

5.5.2 Antioxidantes.

Ascorbato y/o eritorbato de sodio, mínimo 0.5%.

5.5.3 Estabilizadores.

Polifosfatos de sodio y/o de potasio, máximo agregado 0.7%.

Expresado como P_2O_5 máximo agregado 0.3%.

5.5.4 Condimentos, especias y saborizantes.

Todas las especias naturales y los condimentos preparados a base de mezclas de ellos y/o sus extractos y/o sus aceites esenciales, azúcares (Glucosa (dextrosa), sacarosa, lactosa y fructuosa), sal, glutamato monosódico, proteínas vegetales hidrolizadas (PVH).

5.6 Contaminantes químicos.

El producto objeto de esta norma debe estar libre de contaminantes químicos en cantidades que puedan representar un riesgo para la salud. Los límites máximos para estos contaminantes quedan sujetos a lo que establezca la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

- **6 MUESTREO.**

6.1 Cuando se requiera el muestreo del producto, este podrá ser establecido de común acuerdo entre productor y comprador, recomendándose el uso de la Norma Oficial Mexicana NOM-Z-12 (véase 2).

6.2 Muestreo Oficial.

El muestreo para efectos oficiales estará sujeto a la legislación y disposiciones de la Dependencia Oficial correspondiente.

- **7 METODOS DE PRUEBA.**

Para verificación de las especificaciones físicas, químicas y microbiológicas que se establecen en esta norma, se deben aplicar las Normas Oficiales Mexicanas que se indican en el capítulo de referencias (véase 2).

- **8 MARCADO, ETIQUETADO Y ENVASE.**

8.1 Marcado y etiquetado.

8.1.1 Marcado en el envase o etiqueta.

Cada envase del producto debe llevar una etiqueta o impresión permanente, visible e indeleble con los siguientes datos:

- Denominación del producto, conforme a la clasificación, de esta norma.
- Nombre o marca comercial, pudiendo aparecer el símbolo del fabricante.
- La leyenda "Contenido Neto" de acuerdo con las disposiciones vigentes de la Secretaría de Comercio.

En presentación a granel debe aparecer la siguiente leyenda, en lugar de "Contenido Neto":

"Este producto se vende a granel, sírvase pesar en presencia del consumidor en el momento de su venta".

- Lista completa de ingredientes en orden de concentración decreciente, incluyendo los aditivos, porcentaje y su función.
- Texto de las siglas Reg. S:S:A: No. _____ "A", debiendo figurar en el espacio en blanco el número de registro correspondiente.
- Nombre o razón social y domicilio del fabricante.
- Las leyendas "HECHO EN MEXICO" y "CONSERVESE EN REFRIGERACION".
- Otros datos que exija el reglamento respectivo o disposiciones de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

8.1.2 Lote o fecha de fabricación con clave.

Debe ir en una etiqueta adicional dentro del envase, optativamente puede ir marcado en el mismo.

8.2 Envase.

El producto objeto de esta norma se debe envasar en un material resistente e inocuo que garantice la conservación del mismo, que evite su contaminación y no altere su calidad ni sus especificaciones.

• 9 ALMACENAMIENTO.

El producto terminado debe almacenarse en refrigeración y en locales que reunan los requisitos sanitarios que señala la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

APENDICE A.

A.1 Esta Norma Oficial Mexicana debe ser sometida a revisión a los seis meses posteriores a la fecha de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

- **10 BIBLIOGRAFIA.**

- Microbiología de los Alimentos.

W.C. Frazier.

Editorial Acribia Zaragoza.

- Practical Food Microbiology and Technology

Harry H. Weiser.

The AVI Publishing Company Inc.

- Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C.)

- Code Federal Regulations 21 Food and Drugs 1977.

- The Chemical Analysis of Foods.

David Pearson.

- The Science of Meat Products.

J.F. Price

B.S. Schweigert.

W.H. Freeman and Company.

- Processed Meats.

W.E. Kramlich.

A.M. Pearson.

F.W. Tauber.

The AVI Publishing Company Inc.

- Prepared Meat Product Manufacturing.

Donald S. Mackenzie.

American Meat institute.

Edwards Brothers, Inc.

- Técnicas de Análisis de laboratorio, de la Dirección General de Laboratorios de Salud Pública.

Naucalpan de Juarez, Edo. de México; a 29 de Nov. 1982.

EL DIRECTOR GENERAL DE CONTROL
DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y
MEDICAMENTOS DE LA SECRETARIA
DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA.

EL DIRECTOR GENERAL
DE NORMAS COMERCIALES
DE LA SECRETARIA DE
COMERCIO.

LIC. ARMANO VAZQUEZ GALVAN

LIC. HECTOR V. BAYARDO

EL DIRECTOR GENERAL DE NORMAS

DR. ROMAN SERRA CASTAÑOS

ANEXO II

PIRAMIDE DE CALIDADES PARA LA COMERCIALIZACION DE JAMONES

La Pirámide de calidad para la comercialización de jamones fue establecida por la Secretaría de Salud (SS) y por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). Dichas Secretarías querían ofrecer por mediación de la Industria Cárnica y en colaboración con la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA), al consumidor un producto de calidad a un precio asequible (1990). Estableciéndose por parte de la SS la calidad del producto y por parte de la SECOFI el precio, el cual sería controlado en base al contenido de proteína del producto.

Dicha pirámide fue adoptada por todos los empaques y fabricantes de carnes frías.

Debido a la competencia del mercado interno y a la competencia extranjera, la SECOFI liberó los precios, respetándose solamente el contenido protéico del producto. Los acuerdos a los que se llegaron para establecer la pirámide de calidad fueron los que a continuación se describen.

ACUERDOS:

1. Las partes firmantes consideran necesario establecer mecanismos que coadyuven al reordenamiento actual del mercado en términos de calidad y precio, que habrá de definir las características de calidad por tipo de jamones.

2. Las empresas fabricantes de carnes frías y embutidos se comprometen a elaborar y comercializar en el mercado nacional jamones observando las disposiciones que establece el reglamento sanitario vigente en materia de composición microbiológica, de acuerdo con las calidades y tipos que se determinan en la siguiente tabla de especificaciones:

| Grado de calidad | Proteína | | Fécula % Max. |
|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Animal % Min. | Adic.* % Max. | |
| Extrafino | 18 | 0 | 0 |
| Fino | 16 | 0 | 0 |
| Preferente | 14 | 0 | 0 |
| Económico | 12 | 2 | 0 |
| Intermedio | 11 | 2 | 0 |
| Popular | 10 | 0 | 7 |

* Adicionada Vegetal o Animal.

3. Los fabricantes se obligan a que todas sus envolturas indiquen en forma visible y ostensible las especificaciones relativas al contenido de proteínas, féculas señalados en la pirámide de calidad para la comercialización de jamones.

4. El grado de calidad de los jamones se indicará en la superficie principal de exhibición en la envoltura o empaque del producto.

5. Las empresas se comprometen a celebrar contratos permanentes con los laboratorios que defina SECOFI, para que sus productos sujeten a los análisis procedentes, a fin de determinar el contenido de proteínas y féculas del producto y establecer por esta vía las certificaciones del grado de calidad que corresponda.

6. El incumplimiento por parte de las empresas fabricantes de los acuerdos señalados en la presente concertación será sancionado por las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial y de Salud en los términos que señala la Ley Federal de Protección al Consumidor, y el reglamento de la Ley General de Salud, respectivamente.

Lo anterior es con el objeto de instrumentar las medidas necesarias que permitan mantener un abasto suficiente y oportuno al consumidor.

ANEXO III

TECNICA BRADFORD PARA DETERMINACION DE PROTEINAS

- **Reactivos.**

Solución de azul brillante de Coomasie G-250. Disolver 100 mg en 50 ml de etanol al 95%; agregar 100 ml de H_3PO_4 al 85% (V/V), diluir a un litro.

- **Método micro.**

1. Pipetear en un tubo de ensayo de 12 x 100 mm 0.1 ml de la solución de proteína conteniendo entre 1 y 10 mg.
2. Agregar 1 ml de reactivo de azul de Coomasie y mezclar por inversión o en Vortex.
3. Medir la absorbancia a 595 nm después de 2 minutos y antes de una hora. El blanco deberá contener 0.1 ml del buffer adecuado y 1 ml de reactivo de Coomasie.
4. Calcular la concentración por interpolación en curva patrón.

- **Curva Patrón.**

La curva patrón micro se realizó con una solución de albúmina pura.

1. Pipetear en tubos de ensayo de 12 x 100 mm 0.1 ml de la solución de proteína de albúmina conteniendo 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y 100 mg/ml.
2. Agregar 1 ml de reactivo de azul de Coomasie y mezclar en Vortex.

3. Medir la absorbancia a 595 nm después de 2 minutos y antes de una hora. El blanco deberá contener 0.1 ml de agua destilada y 1 ml de reactivo de Coomasie.

ANEXO IV

Montaje y preparación de geles en la celda para electroforesis

Mighty Small II SE 250.

La celda para electroforesis Mighty Small II es una unidad miniatura de placas verticales para la realización de electroforesis rápidas de proteínas o ácidos nucleicos en muestras de volúmenes pequeños. Puede correr simultáneamente dos geles, tanto de agarosa como de poliacrilamida de 7 x 8 cm. Los geles de poliacrilamida son corridos usando los platos de cristal y alúmina provistos en la unidad.

Las partes constituyentes son las siguientes:

Cámara superior de amortiguador

Cámara inferior de amortiguador

Corazón central

Tapa de montaje con cables

Platos de alumina con muesca

Platos rectangulares de cristal

Espaciadores

Abrazaderas

Silicón para sellar

Peines para pozos de muestra

Acetatos indicadores de pozos

- **Montaje de la celda.**

1. Colocar silicón a lo largo del empaque o banana que se encuentra en la ranura en forma de U en los lados y parte inferior del corazón central, eliminando el exceso con un papel de limpieza.
2. Colocar el plato de alumina sobre el corazón central encima de la banana en forma de U. Colocar los espaciadores encima del plato de alumina (con un poco de silicón) uno en cada borde lateral del mismo. Colocar el plato de cristal limpio encima de los espaciadores.
3. Tomar este ensamblaje (corazón, plato de alumina y cristal) con una mano manteniéndolos juntos y colocar las abrazaderas a cada lado. Colocar una capa de diurex en la parte inferior del ensamblado, de forma tal que abarque todos los constituyentes para evitar la salida de los geles.
4. Voltar la cámara y repetir las operaciones de 1 a 3 en el otro lado de la misma en el caso de que se requiera correr dos geles simultáneamente.

- **Preparación de los geles.**

Una vez montada la celda se procede a la preparación de los geles de poliacrilamida según las concentraciones deseadas.

Gel tapón

1. En un tubo de ensayo colocar:
 - * 1.0 ml de acrilamida-bisacrilamida 30% pH 8.8
 - * 4.0 μ l de persulfato de amonio 90%

* 8.0 μ l de TEMED (N'N'N'N' tetrametiletilendiamina)

2. Inmediatamente agregar a la celda de electroforésis (en el espacio entre el plato de alumina y el cristal) 400 μ l de la solución contenida en el tubo de ensayo y dejar polimerizar.

Gel separador.

1. En un matraz kitasato colocar las cantidades descritas de acrilamida-bisacrilamida y amortiguadores de Tris-HCl según la concentración deseada del gel.
2. Tapar el matraz y someterlo a vacío durante 2 min aproximadamente, con el fin de eliminar la mayor cantidad del oxígeno contenido en la solución.
3. Agregar 20 μ l de TEMED y 40 μ l de persulfato de amonio 90% y agitar suavemente.
4. Agregar 6 ml de esta solución a la celda, encima del gel tapón ya polimerizado.
5. Adicional 200 μ l de alcohol etílico para asegurar que los geles queden derechos en la parte superior y dejar polimerizar.
6. Escurrir el alcohol etílico y enjuagar con agua destilada.
7. Secar el exceso de agua con papel filtro.

Gel concentrador.

1. Colocar en un matraz kitasato:

-
- * 800 μ l de acrilamida-bisacrilamida 30% pH 6.8
 - * 5.2 μ l de amortiguador Tris-HCl pH 6.8
2. Tapar el matraz y someter a vacío durante 2 min aproximadamente.
 3. Agregar 20 μ l de TEMED y 40 μ l de persulfato de amonio 90% y agitar suavemente.
 4. Adicionar a la celda de electroforésis sobre el gel separador ya polimerizado.
 5. Colocar los peines formadores de pozos y dejar polimerizar.
 6. Una vez polimerizado el gel, extraer el peine.
 7. Eliminar el diurex de la parte inferior del ensamblado.

- **Precorrida electroforética.**

Una vez que han sido formados los geles para la electroforésis, se monta la celda en la cámara contenedora de amortiguador de electrodo.

Posteriormente llenar la celda con amortiguador de electrodo pH 8.3 (0.025M Tris y 0.192M glicina con 0.1% SDS), así como el espacio entre el corazón y el plato de alumina, colocar la tapa y conectar a la fuente de poder a 14 mA por gel durante 30 min. Terminado el tiempo de la precorrida retirar el amortiguador de electrodo.

- **Colocación de muestras.**

1. Renovar el amortiguador de electrodo en los mismos sitios de la celda en los que se colocó para la precorrida.

2. Colocar el acetato indicador de pozos en la parte externa de los platos de cristal.
3. Colocar los μl de muestra necesarios en cada uno de los pozos mediante el empleo de una microjeringa de 10 μl .
4. Colocar la tapa y conectar a la fuente de poder a 14 mA por gel durante 45 min aproximadamente, o hasta que las bandas se observen 1 cm arriba del gel tapón.
5. Desmontar la celda y separar los geles para colocarlos en una solución de metanol 50%/ácido acético 10% para fijar las proteínas al gel durante 30 min.

- **Tinción con plata.**

1. Eliminar la solución fijadora y añadir solución desteñidora (metanol 5%/ácido acético 7%), agitar durante 1 h.
2. Retirar la solución desteñidora y adicionar una solución de glutaraldehído 10%, agitar durante 30 min.
3. Lavar 4 o más veces con agua desionizada 30 min cada vez. Puede dejarse enjuagando hasta el día siguiente.
4. Teñir con solución de nitrato de plata (mezclar hidróxido de sodio 0.36% e hidróxido de amonio 30%, aforar 200 ml; agregar lentamente 8 ml de nitrato de plata al 9.4%) durante 15 min en agitación.
5. Pasar el gel a otro recipiente de vidrio y lavar 5 veces con agua desionizada, un minuto cada vez.

6. Cubrir el gel con solución reveladora (0.5 g citrato de sodio, 0.5 ml formaldehído 37%, aforar a 400 ml con agua desionizada) y agitar hasta la aparición de bandas.

7. Retirar la solución reveladora y agregar solución fijadora por 5 min.

8. Eliminar la solución fijadora y lavar con agua 4 ó 5 veces con agua desionizada. Almacenar los geles en un recipiente con agua destilada, herméticamente cerrado y en refrigeración.

• **Composición de los geles para electroforésis.**

Gel tapón:

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| Acrilamida-bisacrilamida 30% pH 8.8 | 1 ml |
| TEMED | 4 μ l |
| Persulfato de amonio 10% | 8 μ l |

Gel concentrador:

| | |
|-------------------------------------|-------------|
| Acrilamida-bisacrilamida 30% pH 6.8 | 800 μ l |
| Amortiguador Tris HCl 0.125M pH 6.8 | 5.2 ml |
| TEMED | 20 μ l |
| Persulfato de amonio 10% | 40 μ l |

Gel separador 12.5%:

| | |
|---------------------------------|--------|
| Acrilamida-bisacrilamida pH 8.8 | 4.2 ml |
|---------------------------------|--------|

| | |
|-------------------------------------|------------|
| Amortiguador Tris HCl 0.375M pH 8.8 | 5.8 ml |
| TEMED | 20 μ l |
| Persulfato de amonio 10% | 40 μ l |

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Amo, V. A., (1980). *Industria de la carne. Salazones y Chacinería*. Editorial A.E.D.O.S. Barcelona, España. p.199-217.
- Andrews, A. T., (1982). *Electrophoresis: theory, techniques and biochemical and clinical applications*. Clarendon Press, Oxford. p. 4-11, 82-99.
- Badui, D. S., (1994). *Química de los alimentos*. Editorial Alhambra, México. p. 191-3, 617-635.
- Bogner, H., Matzke, P., (1969). *Tecnología de la carne*. Editorial Acribia, Zaragoza, España. p.45-8.
- Bohinski, R. C., (1991). *Bioquímica*. Addison-Wesley Iberoamericana. p. 30-3.
- Brandly, P., Taylor, E., (1975). *Higiene de la carne*. Compañía Editorial Continental, México. p. 288-293.
- 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.
- De Chávez, L. M., Hernández, M., Roldán, J. A., (1992). *Tablas de uso práctico del valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México*. Comisión Nacional de Alimentación. p. 14A.
- Desrosier, N.W., (1987). *Elementos de tecnología de alimentos*. Ed. CECSA. p. 157-165.
- Dieter B., Hans-Grosch., (1985). *Química de los alimentos*. Editorial Acribia, Zaragoza, España. p.480-1.
- Eagan, H., Kirk, R., Sawyer, R., (1993). *Análisis químico de los alimentos de Pearson*. Editorial CECSA, México. p. 410-13.
- Forrest, J., Aberle, E. D., Hendrick, H., (1979). *Fundamentos de la ciencia de la carne*. Editorial Acribia, Zaragoza, España. p.125-148, 268.
- Frazier, W.C., Westhoff, D.C., (1985). *Microbiología de los alimentos*. Editorial Acribia, Zaragoza, España. p.213-229.
- Freixanet, Ll., Lagares, J., (1995). *Elaboración de Jamón Cocido*. Rev. Industria Alimenticia. Vol 6(4):32-7.

- Frey, W., (1983). *Fabricación fiable de embutidos*. Editorial Acribia, Zaragoza, España. p. 102-14.
- González, R.M., (1984). *El jamón y la salchicha vistos a través del microscopio del INCO*. Rev. del Consumidor. 88: 25-7.
- Gordon, A.H., (1975). *Electroforésis en geles de poliacrilamida y almidón*. Editorial El Manual Moderno S.A., México.
- Guerrero L. I., Lara, C. P., (1995). *Efectos químicos y microbiológicos de la aplicación de atmósferas modificadas en la conservación de la carne fresca*. Ciencia. Síntesis de investigación. 46: 350-369.
- Hans, G. M., (1982). *Métodos modernos de análisis de alimentos*. Tomo III. Editorial Acribia, Zaragoza, España. p. 83-94.
- Hitchcock, P. J., Brown, T. M., (1983). *Morphological Heterogeneity Among Salmonella Lipopolysaccharide Chemotypes in Silver-Stained Polyacrylamide Gels*. Journal of Bacteriology. Vol 154(1): 269-77.
- Hoefer Scientific Instruments.,(1992). *Instructions SE 250-Mighty Small II Slab Gel Electrophoresis Unit*. San Francisco, California, E.U. p. 25.
- Iwabuchi, S., Watanabe, H., Yamauchi, F., (1991). *Observations on the Dissociation of β -Conglycinin into Subunits by Heat Treatment*. J. Agric. Food Chem. Vol 39: 34-40.
- Iwabuchi, S., Yamauchi, F., (1987a). *Electrophoretic Analysis of Whey Proteins Present in Soybean Globulin Fractions*. J. Agric. Food Chem. Vol 35: 205-9.
- Iwabuchi, S., Yamauchi, F., (1987b). *Determination of Glycinin and β -Conglycinin in Soybean Proteins by Immunological Methods*. J. Agric. Food Chem. Vol 35: 200-5.
- Jang, H.D., Swaisgood, H.E., (1990). *Disulfide bond formation between thermally denatured b-lactoglobulin and k-casein in casein micelles*. J. Dairy Sci. Vol 73(4): 900-4.
- Laemmli, V.K., (1970). *Cleavage of structural proteins the assembly of the head of bacteriophage T4*. Nature Vol 227: 680-5.
- Lawrie, R.A., (1977). *La ciencia de la carne*. Ed. Acribia, Zaragoza, España. p.462-490.

Lei, M. G., Tyrell, D., Bassette, R., Reeck, G. R., (1983). *Two-dimensional electrophoretic analysis of soybean proteins*. J. Agric. Food Chem. 31: 963-8.

López de la Torre, G., Carballo, B., (1991). *Manual de Bioquímica y Tecnología de la carne*. A. Madrid Vicente Ediciones, Madrid, España. p. 15-45.

Madrid, V., (1992). *Los aditivos en los alimentos*. Editorial Mundi-Prensa Libros, S.A., Madrid, España. p. 57-74.

Manuales para la educación agropecuaria, (1983). *Elaboración de productos cárnicos*. Editorial Trillas, México. p. 44-77.

Moya, M. J., Pérez, M.A., (1994). *Manual de embutidos y madurados*. Unidad Académica de enseñanza agropecuaria. FES-C. UNAM. p. 10-4.

Olivera C. M., Valencia M.E., (1990)a. *Detección y cuantificación de soja en productos cárnicos por electroforésis I. Estudio en sistemas modelo*. Rev. Agroquímica de los alimentos. Vol 30(4):509-17.

Olivera C. M., Valencia M.E., (1990)b. *Detección y cuantificación de soja en productos cárnicos por electroforésis II. Identificación e interferencia de otras proteínas diferentes a la soja*. Rev. Agroquímica de los alimentos. Vol 30(4):518-27.

Pascoe, Ch. P., (1992). *Concentrados protéicos en los productos cárnicos*. Rev. Lácteos y cárnicos mexicanos. Vol 7(2):32-4.

Pearson, A.M., Tauber, F.W., (1984). *Processed meats*. AVI Publishing Company Inc., Wesport, Connecticut. p. 19-35.

Pecksok, R. L., Shields, L., (1983). *Métodos modernos de análisis químico*. Editorial Limusa, México. p. 129.

Peterson, R. F., (1971). *Testing for Purity in proteins by gel electrophoresis*. J. Agric. Food Chem. Vol 19:595-9.

Petrucelli, S., Añón, M.C., (1995). *Soy Protein Isolate Components and Their Interactions*. J. Agric. Food Chem. Vol 43:1762-7.

Potter, N. N., (1978). *La ciencia de los alimentos*. Editorial Harla, México. p. 431-449.

Price, J. F., Schweigert, B., (1994). *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. Editorial Acribia, Zaragoza, España. p. 415-24.

Rakosky, J.,(1989). *Protein Additives in foodservice preparations*. AVI Publishing New York. p. 71-90.

Rizvi, S.S.H., Josephson, R.V., Blaisdell, J.L., (1980). *Separation of soy-spun fiber, egg albumen, and wheat gluten blend by sodium dodecyl sulfate gel electrophoresis*. Journal of Food Science. Vol 45: 958-61.

Sathe, S.K., Mason, A.C., Weaver, C.M., (1989). *Thermal Aggregation of Soybean (Glycine max L.) Sulfur-rich Protein*. Journal of Food Science. Vol 54(2): 319-23.

SECOFI, (1982). *Norma Oficial Mexicana.NOM-F-123-s-1982*. Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial. p. 1-6.

SECOFI, (1990). *Pirámide de calidad para la comercialización de jamones*. Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial.

Sipos, E.F., (1994). *Usos Comestibles de la proteína de soya*. Asociación Americana de Soya. México. p. 1-7.

Skoog, D: A., West M., (1990). *Análisis Instrumental*. Editorial Mc Graw Hill. México. p. 740-44.

Stryer, L., 1994. *Bioquímica Tomo 1*. Editorial Reverté, España.

Thanh, V. H., Shibasaki, K., (1977). *Beta-Conglycinin from soybean proteins. Isolation and immunological and physicochemical properties of the monomeric forms*. Biochimica et Biophysica Acta. Vol 490: 370-84.

Thanh, V. H., Shibasaki, K., (1979). *Major Proteins of Soybean Seeds. Reversible and Irreversible Dissociation of β -Conglycinin*. J. Agric. Food Chem. Vol 27(4): 805-9.

Utsumi, S., Inaba, H., Mori, T., (1981). *Heterogeneity of soybean glycinin*. Phytochemistry. Vol 20(4): 585-9.

Warris, P., (1995). *Métodos para evaluar la calidad de la carne de cerdo*. Ciencia Aplicada. p. 18-24

Wharton, D. C., Mc Carty, R., (1972). *Experiments and methods in biochemistry*. The Macmillan Company, New York. p. 133-44.

White, A., Handler, P., ,(1982). *Principios de bioquímica*. Editorial Mc Graw Hill, México. p. 107.

Wolf, W.S., (1992). *Proteínas Comestibles de la Soya y sus usos*. Asociación Americana de Soya. México.p. 4-9.