

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA  
ESCUELA DE QUÍMICA FARMACÉUTICA

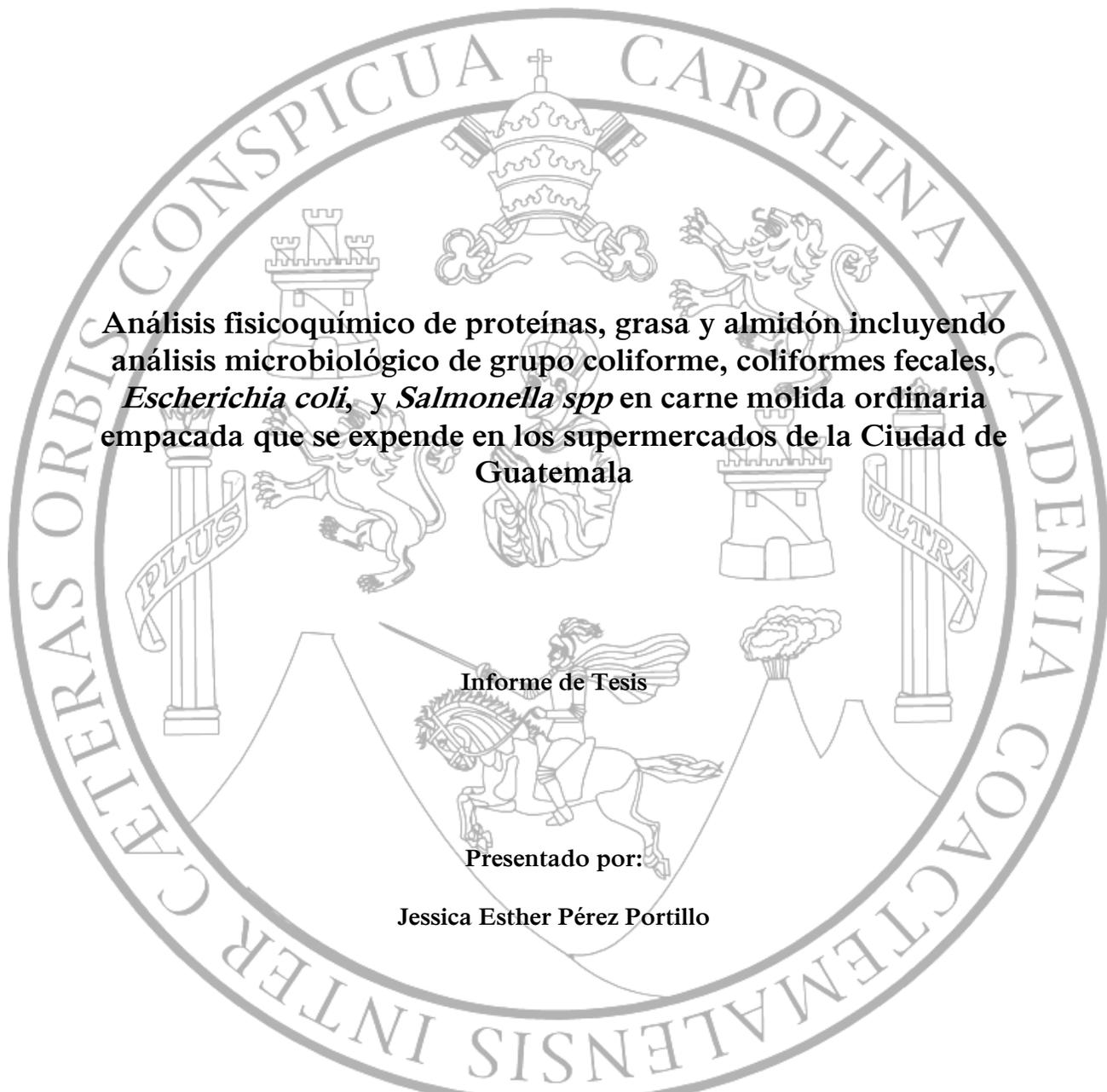
**Análisis fisicoquímico de proteínas, grasa y almidón incluyendo análisis microbiológico de grupo coliforme, coliformes fecales, *Escherichia coli*, y *Salmonella spp* en carne molida ordinaria empacada que se expende en los supermercados de la Ciudad de Guatemala**

Jessica Esther Pérez Portillo

Químico Farmacéutico

Guatemala, abril 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA  
ESCUELA DE QUÍMICA FARMACÉUTICA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a large circular emblem in the background. It features a central shield with a figure on horseback, a crown, and various symbols. The shield is flanked by two columns with banners that read 'PLUS' and 'ULTRA'. The outer ring of the seal contains the Latin motto 'CÆTERAS ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER'.

**Análisis fisicoquímico de proteínas, grasa y almidón incluyendo análisis microbiológico de grupo coliforme, coliformes fecales, *Escherichia coli*, y *Salmonella spp* en carne molida ordinaria empacada que se expende en los supermercados de la Ciudad de Guatemala**

**Informe de Tesis**

**Presentado por:**

**Jessica Esther Pérez Portillo**

**Para optar el título de  
Químico Farmacéutico**

**Guatemala, abril 2016**

## JUNTA DIRECTIVA

Dr. Rubén Dariel Velásquez	Decano
Licda. Elsa Julieta Salazar Meléndez de Ariza, M.A	Secretaria
MSc. Miriam Carolina Guzmán Quilo	Vocal I
Dr. Juan Francisco Pérez Sabino	Vocal II
Lic. Carlos Manuel Maldonado Aguilera	Vocal III
Br. Michael Javier Mo Leal	Vocal IV
Br. Blanqui Eunice Flores de León	Vocal V

## ACTO QUE DEDICO:

- A DIOS: Por su bondad y por todas sus bendiciones. A Él sea la gloria, el honor y la honra.
- A MIS PADRES: Edgar Mauricio Pérez Barillas y Oralia Engracia Portillo Rodríguez de Pérez por el apoyo incondicional que nunca me faltó, por creer y confiar en mí y porque sin ustedes no lo hubiera logrado.
- A MIS HERMANOS: Daniel y Samuel por enseñarme a luchar con todo por cumplir mi deseo.
- A MIS AMIGOS Y AMIGAS: Por estar incondicionalmente conmigo en todos estos años.
- A MIS CATEDRATICOS: Que me influyeron con su enseñanza y experiencia, en formarme como una persona de bien, para ser una persona que toma retos y los alcanza, a todos y cada uno de ustedes dedico esta tesis.

## AGRADECIMIENTOS:

- A MI QUERIDA FACULTAD De Ciencias Químicas y Farmacia por ser el centro de enseñanza para desarrollarme como persona y como profesional.
- A MI ASESORA: Licda. Julia Amparo García Bolaños por el apoyo, paciencia y valioso tiempo que me brindo en el momento oportuno.
- A MI REVISORA: Licda. Hada Marieta Álvarez Beteta por el apoyo en la revisión de esta tesis y sus sabios consejos.
- A LOS LABORATORIOS: De Análisis Aplicado y Microbiología de Alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia y al de Bromatología de la Facultad de Ciencias Médicas de Veterinaria y Zootecnia por la colaboración que brindaron para la elaboración de este trabajo de tesis.

## Tabla de Contenido

1	Resumen .....	1
2	Introducción .....	2
3	Antecedentes .....	4
3.1	Bromatología.....	4
3.1.1	Objetivos de la bromatología .....	4
3.1.2	Aspectos disciplinarios involucrados en la ciencia de los alimentos .....	5
3.2	Alimentos .....	6
3.3	Composición química de los alimentos.....	8
3.3.1	Lípidos.....	8
3.3.2	Proteínas .....	11
3.4	Reacción de las proteínas con los lípidos en alimentos.....	14
3.4.1	Interacciones proteína lípido .....	14
3.5	Estabilidad de los alimentos y tipos de alteraciones .....	14
3.5.1	Seguridad alimentaria, peligros y riesgos.....	15
3.5.2	Factores que determinan la seguridad de los alimentos .....	15
3.6	Trastornos nutricionales .....	16
3.7	Calidad e inocuidad de los alimentos .....	17
3.7.1	Enfermedades transmitidas por alimentos.....	18
3.7.2	Contaminación accidental .....	19
3.7.3	Aspectos higiénicos de la seguridad.....	20
3.8	Funciones del envasado de los alimentos.....	21
3.8.1	Requisitos para un buen envasado.....	21
3.8.2	Plásticos.....	22
3.9	Carne .....	22
3.9.1	Productos cárnicos.....	23

3.9.2	Embutidos.....	23
3.9.3	Clasificación de la carne .....	23
3.9.4	Carne de vacuno .....	24
3.9.5	Tipos de vacuno .....	24
3.10	Proceso de picado.....	25
3.11	Calidad en carne.....	26
3.11.1	Valor nutritivo de la carne de vacuno .....	26
3.11.2	Almidones como adulterante.....	31
3.12	Análisis fisicoquímicos .....	32
3.12.1	Determinación de grasa por el extractor de grasas velp .....	32
3.12.2	Determinación de proteínas por método kjeldhal.....	33
3.12.3	Determinación cualitativa de almidón.....	35
3.13	Inocuidad en carne .....	35
3.14	Patologías provocadas por errores u omisión de buenas prácticas de almacenamiento, manipulación, empaque y distribución de alimentos cárnicos .....	37
3.14.1	Infección por <i>escherichia coli</i> .....	37
3.14.2	Salmonelosis.....	38
3.15	Técnicas para identificar y cuantificar <i>escherichia coli</i> y <i>salmonella spp</i> en carne .....	40
3.15.1	Cuantificación de <i>escherichia coli</i> por petrifilm™.....	40
3.15.2	Cuantificación de <i>salmonella</i> por rappaport-vassiliadis.....	40
3.16	La legislación alimentaria que aplica a productos cárnicos .....	42
3.17	Investigaciones nacionales respecto al tema: .....	43
4	Justificación.....	46
5	Objetivos .....	47
5.1	General .....	47
5.2	Específicos .....	47

6	Hipótesis.....	48
7	Materiales y métodos .....	49
7.1	Universo (población) y muestra. ....	49
7.2	Análisis fisicoquímicos .....	49
7.2.1	Determinación del contenido de nitrógeno .....	49
7.2.2	Determinación del contenido de grasa y agua.....	52
7.2.3	Determinación del contenido de almidón.....	54
7.3	Análisis microbiológicos.....	55
7.3.1	Cuantificación de grupo coliforme, coliformes fecales, y <i>escherichia coli</i> .....	55
7.3.2	Determinación de <i>salmonella spp.</i> .....	58
7.4	Diseño de la investigación.....	61
8	Resultados .....	63
9	Discusión.....	71
10	Conclusiones .....	77
11	Recomendaciones.....	78
12	Referencias.....	79
13	Anexos	

## 1 RESUMEN

Considerando que no se tiene un total conocimiento de la calidad e inocuidad de los alimentos consumidos por la población guatemalteca dado a la poca información registrada, se consideró necesario el realizar un análisis fisicoquímico y microbiológico para comprobar la calidad e inocuidad de carne molida empacada que se expende en supermercados de mayor popularidad ubicado en distintos puntos de la Ciudad de Guatemala. Con la presente investigación se proporcionó un indicativo del estado actual de la calidad e inocuidad de la carne molida ordinaria empacada como un aporte hacia la población guatemalteca la cual tiene el derecho absoluto de consumir alimentos de buena calidad e inocuos y de que el Estado de Guatemala vele por ello, según lo establecido en la Constitución Política de la República de Guatemala y el Código de Salud.

Se determinó el porcentaje de proteínas, grasa y agua. Se verificó su cumplimiento con lo establecido en el *Codex Alimentarius*, FAO y Tabla de Composición de Alimentos Centroamericanos del INCAP/OPS-2012. Además el contenido de almidón basado en el Reglamento Centroamericano RTCA 67.04.54:10. Se cuantificó grupo coliforme, coliforme fecales, *Escherichia coli* e identificó presencia o ausencia de *Salmonella spp* comprobando si es apto o no para el consumidor de acuerdo con el RTCA 67.04.50:08.

Dada las características para la toma de muestras de carne molida, fue un muestreo por conveniencia. Siendo una investigación descriptiva que duró 5 semanas. En total fueron 5 muestreos, una vez por semana. Cada muestreo consistió en la recolección de 5 muestras, una muestra por cada supermercado. Se analizaron 25 muestras de carne molida empacada ordinaria.

Se utilizó el método de Kjeldahl para la determinación de porcentaje de proteínas; método de extracción de grasa Velp para la determinación de porcentaje de grasa total; método de muestra seca parcial y total para la determinación del porcentaje de agua; método de yodo-yoduro para análisis cualitativo de almidón. Placas de Petrifilm® para recuento e identificación de grupo coliforme, coliformes fecales y *Escherichia coli* y el método de Rapaport Vassiliadis para la detección de *Salmonella spp*.

Se concluyó la no conformidad de las muestras con los parámetros analizados, debido a que no cumplieron con los reglamentos mencionados con anterioridad. Por lo anterior se estableció que las muestras no cumplen con la calidad e inocuidad necesaria.

## 2 INTRODUCCIÓN

La alimentación ha sido a lo largo de la historia una de las preocupaciones fundamentales para la humanidad. Siendo importante contar con disponibilidad de alimentos suficientes en cantidad y calidad. El *Codex Alimentarius* reconoce que una alimentación suficiente, inocua y sana es un elemento decisivo para lograr niveles de vida aceptables consistente en salud y bienestar. (Reyes, 2013, p. 1)

Algunas de las preocupaciones concretas sobre los riesgos alimentarios se han centrado en los siguientes aspectos: riesgos microbiológicos, utilización inadecuada de los aditivos alimentarios, contaminantes químicos y adulteración; por lo que debe garantizarse que los alimentos sean inocuos, de buena calidad y estén disponibles en cantidades adecuadas y precios accesibles, para asegurar que todos los grupos de la población puedan gozar de un estado de salud aceptable. (Reyes, 2013, p. 2)

La carne de res es un alimento considerado como una fuente de proteína de alta calidad por lo que es importante en la dieta humana. Es importante que la carne que figura en el comercio haya sido evaluada previamente para determinar su calidad con el propósito de proteger la salud del hombre al asegurar el suministro de carne en condiciones aptas para su consumo de valor nutricional aceptable sin adulteraciones y libre de microorganismos patógenos. (Méndez y otros, 1996, p. 2)

El Código de Salud, Artículo 128, “Del Derecho de la población”, establece que: “*Todos los habitantes tienen derecho a consumir alimentos inocuos y de calidad aceptable. Para tal efecto el Ministerio de Salud y demás instituciones del Sector, dentro de su ámbito de competencia, garantizarán el mismo a través de acciones de prevención y promoción*”, por lo que el Estado debe asegurar que los alimentos consumidos por la población sean de calidad e inocuidad.

La utilidad de esta investigación es corroborar que la carne molida ordinaria empacada que se expende en los supermercados de la Ciudad de Guatemala cumpla con los criterios de aceptación establecidos por el *Codex Alimentarius*, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO- y Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica 2012 del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá -INCAP- y de la Organización Panamericana de la Salud -OPS- que comprueban el contenido de proteína, grasa y agua. El cumplimiento de almidón según Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.54:10.

También el de las especificaciones microbiológicas en lo que respecta a grupo coliforme, coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Salmonella spp* establecida por el RTCA 67.04.50:08.

Estas normativas se evaluaron con el fin de verificar el valor nutricional y que no perjudiquen la salud del consumidor. Comprobando así, la protección de la salud pública en la Ciudad de Guatemala.

Las muestras serán provenientes de 5 supermercados de mayor popularidad ubicados en distintos puntos de la ciudad de Guatemala. Se escogerá 1 muestra por cada supermercado. El muestreo será de 5 semanas dejando 1 semana para la siguiente toma de muestra en el mismo supermercado obteniendo al finalizar el muestreo un total de 25 muestras. Se excluirán muestras de carne molida empacada semi-magra y magra.

Para comprobar que la carne molida comercial empacada cumple con los criterios a analizar se utilizarán los siguientes métodos: método de Kjeldahl para la determinación del porcentaje de proteínas; método de extracción de grasa Velp para la determinación del porcentaje de grasa; método de muestra seca parcial y muestra seca total para la determinación del porcentaje de agua; método de yodo-yoduro para análisis cualitativo de almidón. Se utilizará placas de Petrifilm® para recuento e identificación de grupo coliforme, coliformes fecales y *Escherichia coli* y el método de Rapaport Vassiliadis para la detección de *Salmonella spp*. Estos métodos son confiables y de uso nacional.

### 3 ANTECEDENTES

#### 3.1 BROMATOLOGÍA

Desde un punto de vista etimológico, la palabra Bromatología se deriva del griego y significa Ciencia de los alimentos. (Gutiérrez, 2000, p.3). Se puede definir como la ciencia que se centra en el estudio de los alimentos desde todos los puntos de vista posibles, teniendo en cuenta todos los factores involucrados, tanto en la producción de las materias primas, como en su manipulación, elaboración, conservación, distribución, comercialización y consumo. (Gutiérrez, 2000, p. 4)

La diversidad de sustancias químicas integradas en la composición de los alimentos resulta un factor fundamental para las distintas fases implicadas en los procesos de fabricación, comercialización, y consumo de los mismos.

- Los cambios que se producen durante la preparación y manipulación de las materias primas
- Los procesos tecnológicos de elaboración de los alimentos
- La conservación de los ya preparados
- Los procesos culinarios necesarios que se han de aplicar para su consumo. (Gutiérrez, 2000, p. 4)

##### 3.1.1 OBJETIVOS DE LA BROMATOLOGÍA

- Procurar la cantidad de alimentos necesaria para sostener una alimentación destinada a núcleos de población cada vez densos
- Aumentar o al menos mantener el valor nutritivo de los alimentos que produce
- Conseguir que los productos alimenticios elaborados sean siempre apetecibles y nunca perjudiciales para la salud. (Gutiérrez, 2000, p. 12)

### 3.1.2 ASPECTOS DISCIPLINARIOS INVOLUCRADOS EN LA CIENCIA DE LOS ALIMENTOS

Química y bioquímica de los alimentos: Se ocupa de la composición básica, estructura y propiedades de los mismos, así como de los cambios y reacciones que se producen entre sus componentes químicos.

Análisis de los alimentos: Aplica los principios, métodos y técnica analíticas necesarias para las determinaciones cualitativa y cuantitativa de los componentes, especialmente en relación con el control de la calidad y la detección de falsificaciones, adulteraciones y fraudes.

Microbiología de los alimentos: Estudia la presencia y actividad de microorganismos, tanto en sus aspectos positivos de contribuir a la elaboración de ciertos tipos de alimentos, como en sus aspectos negativos de una actividad deletérea que conduce a la alteración de los alimentos, o incluso provocar un efecto patógeno en el organismo humano que los consume, teniendo en cuenta los principios relacionados con la higiene alimentaria.

Tecnología de los alimentos: Establece los procesos adecuados para su elaboración dentro de unos niveles de calidad previamente establecidos.

Toxicología de los alimentos: Investiga la posible toxicidad de algunas de las sustancias presentes en los alimentos, bien por integrar la composición de las materias primas, bien por estar en ellas a causa de una contaminación o por haberse formado como consecuencia de las tecnologías aplicadas.

Dietética: Se ocupa de la elaboración de los menús capaces de suministrar los nutrientes requeridos para la correcta alimentación de los diferentes grupos de población o de personas específicas. Para ello de como adecuado los alimentos, atendidos a sus composiciones químicas y teniendo en cuenta los posibles efectos provocados por los tratamientos culinarios que vayan a ser aplicados. (Gutiérrez, 2000, p. 5)

### 3.2 ALIMENTOS

Los alimentos se definen como toda sustancia o mezcla natural de principios nutritivos que introducidos en el organismo nutren a los tejidos produciendo calor y energía y contribuyen a su constitución normal. (Alba y otros, 2008, p. 9) Por lo que un alimento es toda sustancia o mezcla natural de principios activos que contribuyen al funcionamiento normal del cuerpo, por ende es vital para la salud. Los alimentos forman parte de la vida del hombre y permiten obtener un adecuado estado de salud.

Las condiciones que deben reunir los alimentos son:

- Deben ser asimilables, aportando uno o más principios nutritivos.
- No ser insolubles o tóxicos.
- Reunir condiciones de adecuación a la edad de un organismo normal.
- Deben aportar los principios fundamentales para asegurar las condiciones de nutrición, crecimiento y reproducción.
- Ser inocuo, no ser perjudicial para la salud. (Alba y otros, 2008, p. 9)

Los alimentos al ser todos distintos, provienen de distintas fuentes. Estas fuentes dan a conocer un tipo de clasificación, según su origen el cual está constituido por tres categorías principales:

1. Origen mineral: constituido por aquellas sustancias caracterizadas por provenir de sustancias minerales, como el agua y la sal.
2. Origen vegetal: conformado por aquellos alimentos que provienen de las plantas, los árboles, etc., como el chocolate, el maíz, el tomate.
3. Origen animal: integrado por los alimentos que provienen de la fuente animal. (Alba y otros, 2008, p. 10)

Por otra parte “la pirámide alimenticia que corresponde a cinco grupos:

1. Lácteos y derivados.
2. Carnes y legumbres.

3. Frutas y verduras.
4. Cereales.
5. Azúcares y grasa (Alba y otros, 2008, p. 11)

De acuerdo a la forma en que se consumen y el grado de elaboración, los alimentos tienen un segundo tipo de clasificación, integrado por dos niveles:

1. Alimentos naturales: este es el primer tipo de la clasificación, al cual pertenecen aquellos alimentos que no han pasado por su transformación en las sustancias que la componen, es decir, sin tener un tipo de procesamiento por parte de los seres humanos. Hay que dejar claro que hay alimentos que pasan por un control de calidad para llegar a su consumo, pero siguen siendo naturales porque no sufren mayores cambios en la sustancia que la componen.
2. Alimentos elaborados: a este grupo corresponden aquellos alimentos que han pasado por una transformación, un cambio en su composición para obtener nuevos productos, es decir, tienen un procesamiento por parte de los seres humanos. (Alba y otros, 2008, pp. 10 – 11)

Además está la clasificación de los alimentos “por su ineptitud para el consumo, o por fraude que es una acción que implica un engaño al consumidor:” (Técnicas de análisis fisicoquímicos de alimentos, 2007, p. 2)

Los alimentos están formados por materiales orgánicos y pueden ser considerados como nutrientes para las bacterias quimioorganotróficas. Las características físicas y químicas del alimento determinan el grado de susceptibilidad a la actividad microbiana. Respecto a la alteración, los alimentos se clasifican en tres categorías principales:

1. Alimentos perecederos: que incluye alimentos frescos.
2. Alimentos semiperecederos: como las patatas y las nueces.
3. Alimentos no perecederos o estables: como la harina y el azúcar.

Estas categorías difieren notablemente en su contenido de humedad, que está relacionado con la actividad del agua,  $a_w$ . La actividad del agua es una medida de disponibilidad de agua para ser usada en procesos metabólicos. Los alimentos no perecederos tienen una baja actividad de agua y generalmente pueden almacenarse durante largos periodos de tiempo sin alteración. En contraste,

los perecederos y semiperecederos suelen tener una actividad de agua más elevada. Por tanto, estos alimentos deben guardarse bajo condiciones que inhiben el crecimiento microbiano. (Madigan y otros, 2009, 1162)

Los alimentos frescos resultan alterados por una amplia variedad de bacterias y hongos. Las propiedades químicas de los alimentos son muy diversas y cada tipo de alimento fresco suele ser colonizado y alterado por un grupo relativamente pequeño. Los organismos que causan la alteración son aquellos capaces de tener acceso al alimento y que pueden usar los nutrientes disponibles. (Madigan y otros, 2009, 1162)

### **3.3 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS**

El principal objetivo a cumplir por todo alimento, es el de aportar nutrientes. Es decir, los alimentos proporcionan aquellas estructuras químicas que son necesarias para que el organismo vivo desarrolle, de modo adecuado, todas sus actividades y funciones biológicas, de este modo, tendrá la posibilidad de mantenerse dentro de un estado de salud conveniente. (Gutiérrez, 2000, p. 249)

Los alimentos están compuestos por agua, proteínas, hidratos de carbono, lípidos, minerales y proteínas.

La carne presenta variaciones en su contenido de humedad, proteína y grasa determinadas por factores como especies, edad, condición sexual y tipo de músculo que la configura. Es importante el conocimiento de dicha variaciones para la adecuada toma de decisiones sobre la inclusión de un tipo de carne en determinada formulación. (Duran, 2007, p. 425)

#### **3.3.1 LÍPIDOS**

Abarca muchas sustancias lipófilas que carecen de los grupos polares formadores de hidrógeno con el agua; de hecho, en lugar de solubilizarse rechazan el agua y son untosas. A partir de esto, son lípidos las grasas y aceites, las vitaminas A, D, E y K, los carotenoides, el colesterol, las ceras y los fosfolípidos. (Badui, 2012, p. 30)

Desde el punto de vista químico, tiene la consideración de lípido todo componente orgánico que incorpora en su estructura algún ácido graso. La mayoría de ellos son ésteres formados entre los ácidos grasos y un alcohol: glicerol, alcohol alifático de cadena larga, esteroles, etc. (Gutiérrez, 2000, p. 107). El hecho de que haya muchos diferentes tipos de ácidos grasos y que puedan estar localizados en diferentes posiciones en la molécula del glicerol significa que los alimentos pueden contener una amplia variedad de diferentes lípidos. (FENNEMA, 2008, p. 164)

Los lípidos son destacados componentes estructurales y funcionales de los alimentos. Su presencia incide de modo bastante significativo sobre la calidad de los mismos, incluso cuando se hallan en proporciones reducidas. Los más abundantes se encuentran bajo la forma de triacilgliceroles, a los que se les suele aplicar las denominaciones de grasas y aceites. (Gutiérrez, 2000, pp. 107 – 108)

No hay una clara diferencia entre una grasa y un aceite, aun cuando tradicionalmente se considera que a temperatura ambiente la primera es sólida y el segundo líquido; todo es relativo, ya que la temperatura ambiente puede variar mucho de una zona geográfica a otra. Cada uno tiene un punto de fusión y de ebullición, las grasas se convierten en líquido al calentarlas y los aceites en sólido al enfriarlos. (Badui, 2012, p. 30)

Los lípidos alimenticios presentes suelen proceder normalmente de los depósitos grasos que animales y plantas acumulan en determinados tejidos. En los animales terrestres se encuentran repartidas a lo largo del cuerpo formando depósitos en los tejidos subcutáneos y en la cavidad abdominal. (Gutiérrez, 2000, p. 108)

Cada animal tiende a sintetizar los compuestos lípidos característicos de su propia especie, por lo que no es difícil distinguir la grasa de uno u otro animal. (Gutiérrez, 2000, p. 108)

Triacilgliceroles, también conocidos como triglicéridos.

Fosfogliceridos, como fosfolípidos. (Gutiérrez, 2000, p. 109)

Las grasas se diferencian de las proteínas en que no son polímeros formados por la repetición de unidades moleculares. No forman cadenas moleculares largas, no contribuyen a fortalecer las estructuras de los tejidos vegetales y animales. (Potter, 1995, p. 38)

La grasa es fundamentalmente una fuente de energía para animales que las contienen como para los animales que las consumen. (Potter, 1995, p. 38) No solo contribuyen a las propiedades sensoriales de sabor, olor y flavor, capacidad nutritiva, poder calórico (FENNEMA, 2008, p. 210) sino que aportan suavidad a la textura, facilitan la masticabilidad y proporcionan una sensación de saciedad cuando son consumidos. (Gutiérrez, 2000, pp. 107 – 108)

### **3.3.1.1 ACILGLICEROLES**

Alrededor del 99 % de los ácidos grasos encontrados en animales están esterificados al glicerol. En estado libre estos compuestos no son comunes en tejidos vivos porque son citotóxicos, debido a su capacidad de romper la organización de la membrana celular. Una vez que estos ácidos son esterificados al glicerol su actividad superficial disminuye, así como su citotoxicidad. (FENNEMA, 2008, p.159)

Los triacilglicerol naturales son compuestos neutros, que están formados por una molécula de glicerol con sus tres funciones alcohol esterificadas por moléculas de ácido grasos, diferentes en la mayoría de los casos (G-A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>A<sub>3</sub>), aunque se pueden encontrar productos que solo contienen dos tipos diferentes (G-A<sub>1</sub>A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>) y muy raramente a aquellos que solo incorporan un grupo (G-A<sub>1</sub>A<sub>1</sub>A<sub>1</sub>). (Gutiérrez, 2000, p. 113)

En bovinos los ácidos grasos de la dieta están sometidos a biohidrogenación por las enzimas del rumen. Esto provoca la conversión de ácidos grasos insaturados a saturados, pudiendo también producirse ácidos grasos con dobles enlaces conjugados tales como el ácido linoleico conjugado. Puesto que los rumiantes comunes consumen primariamente lípidos de origen vegetal, en los que se denominan los ácidos grasos de la serie de 18 carbonos, el producto final de esta ruta de biohidrogenación con es el ácido esteárico. (FENNEMA, 2008, p.160)

### **3.3.1.2 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS TRIACILGLICEROLES**

Las propiedades físicas de las grasas dependen principalmente de la estructura molecular, interacción y organización de las moléculas de triacilglicerol que contienen. En particular, la fuerza de las interacciones atractivas entre las moléculas y la eficacia en su empaquetado en fase condensada determinan en gran parte su comportamiento térmico, densidad y propiedades reológicas. (FENNEMA, 2008, pp. 166)

### **3.3.1.3 FUNCIONALIDAD DE LOS TRIACILGLICEROLES EN LOS ALIMENTOS**

Los triacilglicerolos contribuyen en la textura determinada en gran parte por el estado físico del lípido, aspecto fuertemente influenciado por la presencia de lípidos. Los triglicéridos son moléculas relativamente grandes que presentan baja volatilidad y por tanto, un bajo sabor intrínseco. El sabor de muchos productos alimentarios está indirectamente influenciado por la fase lipídica debido a que los compuestos que lo forman pueden repartirse entre las fases oleosa, acuosa, y gaseosa de la matriz del alimento, de acuerdo con sus polaridades y volatilidades. Por esta razón, el aroma y gusto percibido en los alimentos está a menudo fuertemente influenciado por el tipo y concentración de lípidos presentes. (FENNEMA, 2008, pp. 183 – 185) Los lípidos también influyen sobre la sensación al paladar de muchos productos alimentarios.

### **3.3.1.4**

### **3.3.1.5 FOSFOLÍPIDOS**

Los fosfolípidos o fosfoglicéridos son modificaciones de los triacilglicerolos en los que se presentan grupos fosfato en la posición *sn*-3. La presencia de un grupo fosfato altamente polar en los fosfolípidos comunica a estos compuestos actividad superficial. La actividad superficial de los fosfolípidos permite usarlos para modificar las propiedades físicas de los lípidos, actuando como emulgentes y modificando el comportamiento de la cristalización lipídica. (FENNEMA, 2008, pp. 162 - 163)

### **3.3.2 PROTEÍNAS**

Las propiedades funcionales de las proteínas en los alimentos están relacionadas con sus características estructurales y fisicoquímicas. (FENNEMA, 2008, p. 257)

Se pueden citar dos grupos grandes de proteínas convencionales, de acuerdo con la fuente de donde proceden:

Proteínas de origen animal: Productos cárnicos, pescados, huevos y productos lácteos.

Proteínas de origen vegetal: Cereales, legumbre, verduras y hortalizas, frutas (Gutiérrez, 2000, p. 63)

Las proteínas son esenciales para todas las formas de vida. En los animales sirven de soporte y protección de estructuras como cartílagos, piel, uñas, cabello y músculos. Son constituyentes principales de enzimas, anticuerpos, muchas hormonas y líquidos biológicos. (Potter, 1995, p.35)

Representan el 20 % del peso del cuerpo humano, cantidad solo superada por el agua. Son los responsables de la actividad de todas las células. Son los compuestos más versátiles y cumplen distintas funciones biológicas en el organismo: son las fundamentales enzimas; las muy rígidas como las queratinas, son responsables de la dureza de la piel, cabello y uñas; la miosina y la actina constituyen los músculos y son los responsables de la motilidad de los animales; la hemoglobina en la sangre transporta el oxígeno a las células, mientras que la mioglobina lo almacena en los músculos; las inmunoglobulinas sirven de protección contra infecciones; la insulina es la hormona pancreática requerida en el metabolismo de la glucosa, etc. El hombre sintetiza todas estas proteínas a partir de los aminoácidos contenidos en su dieta. (Badui, 2012, pp. 21-22)

### **3.3.2.1 FUNCIONALIDAD DE LAS PROTEÍNAS EN LOS ALIMENTOS**

La funcionalidad de las proteínas alimenticias se refiere a aquellas propiedades físicas y químicas que influencia el comportamiento de las proteínas en los sistemas alimenticios durante su procesado, almacenamiento, preparación y consumo. (FENNEMA, 2008, p. 257)

Las proteínas reaccionan con otros componentes alimenticios, como lípidos, azúcares, polisacáridos y diversos componentes minoritarios y esto modifica su comportamiento funcional. (FENNEMA, 2008, p. 259)

Cuadro No. 1: Relación entre los aspectos fisicoquímicos de las proteínas y su impacto sobre la funcionalidad en los alimentos

Aspectos fisicoquímicos	Funcionalidad en los alimentos
<b>1. Hidratación</b>	Solubilidad, dispersabilidad, humectabilidad, hinchamiento, espesamiento, absorción de agua, capacidad de retención de agua
<b>2. Actividad superficial</b>	Emulgente, espumante, fijación de sabor, fijación de pigmento
<b>3. Hidrodinámica/reológica</b>	Elasticidad, viscosidad, cohesividad, masticabilidad, adhesión, endurecimiento, gelación, formación de masa, texturización

Fuente: FENNEMA, 2008, p. 258

### 3.3.2.2 PROPIEDADES NUTRICIONALES DE LAS PROTEÍNAS

Las proteínas difieren en su valor nutritivo. A estas diferencias contribuyen varios factores como el contenido de aminoácidos esenciales y la digestibilidad. (FENNEMA, 2008, p. 294)

### 3.3.2.3 CALIDAD PROTEICA

La calidad de una proteína está relacionada fundamentalmente con su composición en aminoácidos esenciales y con su digestibilidad. Las proteínas de alta calidad son las que contienen todos los aminoácidos esenciales en proporciones más elevadas que las riquezas de referencia FAO/OMS/ONU y una digestibilidad comparable o superior a la de las proteínas de la clara de huevo o de la leche. Las proteínas animales son de mejor calidad que las de origen vegetal.

Las proteínas animales suelen tener una riqueza adecuada de histidina, isoleucina, leucina, fenilalanina + triptófano y valina. (FENNEMA, 2008, p. 295)

### 3.3.2.4 DIGESTIBILIDAD

La digestibilidad de un alimento se define como la proporción del nitrógeno del mismo que es absorbida tras su ingestión. Aunque el contenido en aminoácidos sea el principal indicador de la calidad de la proteína, su verdadera calidad depende también de la extensión en que estos aminoácidos sean utilizados por el organismo. Por ello la digestibilidad puede afectar a la calidad

proteica. Las proteínas alimentarias de origen animal son mejor digeridas que las de origen vegetal. (FENNEMA, 2008, p. 297)

### ***3.4 REACCIÓN DE LAS PROTEÍNAS CON LOS LÍPIDOS EN ALIMENTOS***

La oxidación de los lípidos insaturados conduce a la formación de radicales libres alcoxi y peroxi. Estos radicales libres reaccionan a su vez con las proteínas, formando radicales libres lípido-proteínas. Los radicales libres conjugados lípido-proteína se pueden polimerizar estableciendo enlaces cruzados entre las proteínas. (FENNEMA, 2008, p. 311)

Además, los radicales libres lipídicos pueden inducir la formación de radicales libres de proteína sobre las cadenas laterales de cisteína e histidina, que pueden establecer enlaces cruzados y terminar en reacciones de polimerización. (FENNEMA, 2008, p. 312)

Los hidroperóxidos lipídicos (LOOH) de los alimentos pueden descomponerse generando aldehídos y centonas, especialmente malonaldehído. Estos compuestos carbonilo reaccionan con los grupos amino de las proteínas vía la reacción carbonil-amina y la formación de bases de Schiff. La reacción del malonaldehído con la cadena lateral lisilo conduce al entrecruzamiento y a la polimerización de las proteínas. La reacción de los lípidos peroxidados con las proteínas suele tener efectos negativos sobre el valor nutritivo de estas. La fijación por enlaces no covalentes de los compuestos carbonilos a las proteínas les confiere aromas anómalos. (FENNEMA, 2008, p. 312)

#### ***3.4.1 INTERACCIONES PROTEÍNA LÍPIDO***

Los productos cárnicos finamente picados, la estructura básica corresponde a la de emulsiones de grasa en agua en las que las gotas de lípidos se encuentran dispersas en una fase continua acuosa. Las gotas de grasas se encuentran estabilizadas mediante la interacción con proteína, lectinas y agentes surfactantes sintéticos. (FENNEMA, 2008, p. 867)

### ***3.5 ESTABILIDAD DE LOS ALIMENTOS Y TIPOS DE ALTERACIONES***

Durante su almacenamiento, todos los alimentos pueden sufrir deterioros en distintos grados, que conllevan los más diversos contratiempos: desarrollo de propiedades sensoriales no deseables; reducción del valor nutritivo; limitación en la garantía de su seguridad, etc. (Gutiérrez, 2000, p. 279)

### **3.5.1 SEGURIDAD ALIMENTARIA, PELIGROS Y RIESGOS**

Otros aspectos que preocupan al consumidor están relacionados con el bienestar animal, y con el impacto ambiental adverso derivado de la utilización masiva de los compuestos químicos en la agricultura. (Potter, 1995, p.585)

Para entender el concepto de seguridad alimentaria es necesario definir, en primer lugar, los términos seguro, peligro y riesgo. Seguro, significa exento de todo peligro. Los científicos valoran la seguridad alimentaria en términos de peligro y riesgo. Por peligro se entiende la capacidad de algo para originar un daño. Significa que en determinadas condiciones podría originarlo y se especifica el daño. La probabilidad de que un daño pueda ocurrir es el riesgo asociado a ese peligro. (Potter, 1995, p.585)

### **3.5.2 FACTORES QUE DETERMINAN LA SEGURIDAD DE LOS ALIMENTOS**

Para definir la calidad de los alimentos no solo hay que considerar su valor nutritivo o sus cualidades organolépticas, su inocuidad, vinculada siempre a la ausencia de agentes químicos o biológicos capaces de atentar contra la salud del consumidor. (Gutiérrez, 2000, p. 493)

En términos generales, el concepto de seguridad hace referencia a la propiedad que tiene una cosa de estar exenta de provocar cualquier peligro, daño o riesgo. Por consiguiente, asociado al ámbito de la alimentación, se debe entender como seguridad de los alimentos a su cualidad intrínseca de no producir ningún tipo de daño cuando sea consumido por cualquier organismo vivo. (Gutiérrez, 2000, p. 493)

La confianza en la integridad e inocuidad de los alimentos es un requisito importante para los consumidores. Los brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos en los que intervienen agentes como *Escherichia coli*, *Salmonella* y contaminantes químicos ponen de manifiesto los problemas existentes de inocuidad de los alimentos y aumentan la preocupación pública de que los modernos sistemas de producción agrícola, elaboración y comercialización no ofrezcan salvaguardias adecuadas para la salud pública. Entre los factores que contribuyen a los posibles riesgos de los alimentos se incluyen las prácticas agrícolas inadecuadas, la falta de higiene en todas las fases de la cadena alimentaria, la ausencia de controles preventivos en las operaciones de elaboración y preparación de los alimentos, la utilización inadecuada de productos químicos, la

contaminación de las materias primas, los ingredientes y el agua, el almacenamiento insuficiente o inadecuado, etc. Las preocupaciones concretas sobre los riesgos alimentarios se han centrado en general en los siguientes aspectos:

- Riesgos microbiológicos.
- Residuos de plaguicidas.
- Utilización inadecuada de los aditivos alimentarios.
- Contaminantes químicos, incluidas las toxinas biológicas.
- Adulteración. (FAO/OMS, 2003, p. 4)

La lista se ha ampliado todavía más para incluir los organismos genéticamente modificados, alérgenos, residuos de medicamentos veterinarios y hormonas que promueven el crecimiento utilizados en la producción animal. (FAO/OMS, 2003, p. 5)

Los consumidores esperan que la protección frente a los riesgos tenga lugar a lo largo de toda la cadena alimentaria, desde el productor primario hasta el consumidor. (FAO/OMS, 2003, p. 5).

Por lo que, el objeto de las industrias agroalimentarias es producir alimentos sanos, atractivos y de calidad al menor costo posible. Para conseguir este propósito es necesario controlar todo el proceso de manipulación, elaboración y distribución. Desde que entran las materias primas hasta que sale el producto final debidamente envasado, es preciso mantener un control para poder ofrecer al mercado alimentos y bebidas garantizadas en cuanto a calidad e higiene. (Métodos oficiales de análisis de los alimentos, 1994, p. 13)

### ***3.6 TRASTORNOS NUTRICIONALES***

Se describen trastornos patológicos en relación con el equilibrio nutricional que proporcionan las dietas que integran los hábitos alimentarios de la población. En este sentido se conocen enfermedades carenciales debidas a la ausencia, o escasez de algún nutriente esencial o por el contrario, provocada por una ingestión excesiva de ciertos nutrientes o de energía. También puede tratarse de enfermedades asociadas a situaciones crónicas de malnutrición, como ocurre con los casos de un incremento de la susceptibilidad hacia los trastornos patológicos vinculados a la ingestión de ciertos agentes químicos o biológicos transmitidos por los alimentos. (Gutiérrez, 2000, p. 507)

### ***3.7 CALIDAD E INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS***

La calidad e inocuidad de los alimentos son dos elementos importantes. El concepto de calidad abarca todos los demás atributos que influyen en el valor de un producto para el consumidor. Engloba, por lo tanto atributos negativos, como estado de descomposición, contaminación con suciedad, decoloración y olores desagradables, pero también atributos positivos, como origen, color, aroma, textura y métodos de elaboración de los alimentos. Mientras que cuando se habla de inocuidad de los alimentos se hace referencia a todos los riesgos, sean crónicos o agudos, que pueden hacer que los alimentos sean nocivos para la salud del consumidor. (FAO/OMS, 2003, p. 4) Para llevar a lograr una calidad e inocuidad alimentaria adecuada es necesario llevar el control de los alimentos. Esto se define como actividad reguladora obligatoria de cumplimiento para proteger al consumidor y garantizar que todos los alimentos durante su producción, manipulación, almacenamiento, elaboración y distribución sean inocuos, sanos y aptos para el consumo humano, cumplan los requisitos de inocuidad y calidad y estén etiquetados de forma objetiva y precisa, de acuerdo con las disposiciones de la ley. (FAO/OMS, 2003, p. 4)

Un alimento debe ser apetecible para que pueda ser aceptado o deseado. Generalmente, bajo el acto de comer pueden coincidir dos operaciones: la de cubrir las necesidades fisiológicas y la de gozar de los placeres de la mesa. Sin embargo, esta elección puede estar mediatizada por circunstancias muy diversas: la disponibilidad de los alimentos, el nivel económico de las personas, los hábitos alimentarios de la población, el estado de salud de los individuos, etc. (Gutiérrez, 2000, p. 249)

El concepto de calidad aplicado a un alimento no lo relaciona con el costo elevado de dicho alimento, sino que se refiere a los atributos del alimento que hace apetecible su consumo. (Gutiérrez, 2000, p. 249)

La responsabilidad máxima del control de los alimentos es imponer las leyes alimentarias de protección al consumidor frente a alimentos peligrosos, impuros y fraudulentamente presentados, prohibiendo la venta de alimentos que no tienen la naturaleza, sustancia o calidad exigidas por el comprador” (FAO/OMS, 2003, p. 4)

### 3.7.1 ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS

Existe una relación muy estrecha entre los alimentos que ingiere el hombre y su salud. (Badui, 2012, p. 59)

Las enfermedades transmitidas por alimentos se pueden clasificar en dos grupos: (Madigan, y otros, 2009, p. 1168)

1. Intoxicación alimentaria: el envenenamiento por alimentos, también llamado intoxicación alimentaria, es la enfermedad derivada de la ingestión de alimentos que contienen toxinas microbianas preformadas. Los microorganismos que produjeron las toxinas no tienen que crecer en el hospedador y con frecuencia no están vivos cuando se consume el alimento contaminado. La enfermedad es el resultado de la ingestión y la acción de la toxina bioactiva (Madigan y otros, 2009, 1168). “Esto también agentes químicos (metales pesados y otros compuestos orgánicos) que se incorporan a ellos de modo accidental, incidental o intencional, en cualquier momento desde su producción hasta su consumo.” (Secretaría Distrital de Salud de Colombia [SDSC], s.f, p. 1)
2. Infección alimentaria: la infección alimentaria es una infección microbiana originada por la ingestión de alimentos contaminados con patógenos, seguida por el crecimiento de los patógenos en el hospedador. (SDSC, s.f, p. 1)

Estas son patologías producidas por la ingestión accidental, incidental o intencional de alimentos o agua, contaminados en cantidades suficientes con agentes químicos o microbiológicos, debido a la deficiencia en el proceso de elaboración, manipulación, conservación, transporte, distribución o comercialización de los alimentos y agua. Estas consideraciones no incluyen las reacciones de hipersensibilidad por ingesta de alimentos. (SDSC, s.f, p.1)

El cuadro clínico agudo se caracteriza por presencia súbita o temprana de signos y síntomas como vómito, diarrea, dolor abdominal, cefalea, algunas veces reacciones alérgicas, deshidratación y otras complicaciones que pueden generar incluso la muerte, asociadas al consumo reciente de un alimento o agua. Se presenta generalmente en las infecciones alimentarias. (SDSC, s.f, p.1)

El cuadro clínico crónico se presenta por lo general por el consumo de alimentos contaminados con sustancias químicas y depende de la concentración del agente etiológico, la manipulación, la duración de la exposición y la susceptibilidad de la persona. El periodo de aparición de los síntomas generalmente es muy corto. Se caracteriza porque, además de los síntomas que se presentan en el cuadro agudo, puede aparecer vértigo, sudoración profusa, asfixia, poca coordinación de los movimientos y a veces convulsiones debido a que puede atacar el sistema nervioso. (SDSC, s.f, p. 1)

Se estima que la ocurrencia de las enfermedades transmitidas por alimentos está en incremento en el mundo, en función de factores como cambios ambientales que conducen a la resistencia antimicrobiana, el aumento de la población, la aparición de grupos poblacionales vulnerables, el acelerado incremento del comercio internacional de alimentos, los avances tecnológicos en la producción, el aumento del uso de aditivos, el incremento del consumo de productos industrializados, el recorrido de largos trayectos para su comercialización, la preferencia de alimentos de rápida preparación y el consumo de éstos en la vía pública. (SDSC, s.f, p. 2)

### **3.7.2 CONTAMINACIÓN ACCIDENTAL**

Se debe a agentes físicos, químicos o biológicos que están presentes en los alimentos por negligencia, descuido o ignorancia en alguna de las etapas de la cadena alimentaria, pero que se pueden evitar si se aplican estrictas medidas de control. De estas tres, la contaminación biológica es la única que se reduce con el calentamiento, enfriamiento y otros métodos de conservación, incluidos aditivos. (Badui, 2012, 88)

Contaminación física: Se debe a materiales provenientes de la industria o de la propia cocina, como pelos de algún animal o de humanos, tornillos de los equipos, grapas de las cajas de cartón, trozos de huesos, semillas de frutas, pedazos plástico de las envolturas, piedras e incluso vidrios. (Badui, 2012, p. 88)

Contaminación química: Esta contaminación se refiere a la presencia de compuestos que no son propios de los alimentos y provienen de una manipulación deficiente o accidental en la cadena alimentaria. (Badui, 2012, p. 89)

Contaminación biológica: De las tres formas de contaminación accidental, la biológica es la más importante y común, y es causada por bacterias, hongos, levaduras, protozoos, lombrices, virus y priones. La actividad de estos agentes se refleja en los alimentos de dos formas:

1. Aquella que los altera, pero que no causa daño a la salud aún si se consumen en ese estado; representa un problema de calidad pero no de inocuidad. Este mecanismo es responsable de la pérdida de aproximadamente 20 % de los alimentos en el mundo, debido a que genera olores, sabores, colores y texturas desagradables; se debe a bacterias, hongos y levaduras no patógenos.
2. Aquellas que involucran patógenos, cuyo crecimiento y desarrollo es responsable de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) y se debe a bacterias, hongos, protozoos, lombrices, virus y priones. Es muy peligrosa ya que por lo general el agente dañino no echa a perder el alimento, además de que no se identifica de inmediato la cantidad ni la fecha de ingestión. (Badui, 2012, pp. 91 – 92)

### 3.7.3 ASPECTOS HIGIÉNICOS DE LA SEGURIDAD

Algunos microorganismos exógenos pueden tener una gran significación sanitaria, aunque no sean patógenos, porque su presencia puede ser tomada como una señal marcadora de la calidad higiénica del alimento analizado. Para este efecto cabe distinguir dos grupos de microorganismos marcadores:

1. Índices: Microorganismos cuya presencia en un alimento indica la posible presencia simultánea de cualquier patógeno ecológicamente relacionado. (Gutiérrez, 2000, p. 505)

Se denomina índice de contaminación fecal a aquellos microorganismos que viven normalmente en el intestino del hombre y de los animales. Su presencia en un alimento indica contaminación fecal, por lo tanto existe el riesgo de gérmenes patógenos cuyo hábitat es el intestino. (Méndez, 1996, p. 5)

2. Indicadores: Microorganismos cuya presencia en un alimento donde de manifiesto, desde un punto de vista general, que existe algún defecto en su calidad. (Gutiérrez, 2000, p. 505)
3. Se consideran indicadores de contaminación fecal: grupo coliforme, grupo coliforme fecal, *Escherichia coli*, Enterobacteriaceae. (Méndez, 1996, p. 5)

La finalidad del uso de marcadores es comprobar la eficacia de los tratamientos tecnológicos destinados a conseguir la inocuidad de los productos alimentación. Con mayor frecuencia se emplea para evaluar la inocuidad y salubridad, relacionadas con su calidad sanitaria. Los microorganismos escogidos como indicadores deben cumplir con algunos requisitos importantes:

- Ser detectables con rapidez y facilidad
- Ser fácilmente diferenciables de otros contenidos en los alimentos
- Ser conocida su relación con los patógenos cuya presencia se indica
- Estar siempre presente cuando lo esté el patógeno
- Presentar una mortalidad que al menos sea paralela a la del patógeno, así como superarle en su persistencia
- No estar presente en los alimentos exentos del patógeno. (Gutiérrez, 2000, p. 505)

### ***3.8 FUNCIONES DEL ENVASADO DE LOS ALIMENTOS***

El envasado es una parte esencial en el procesado y distribución de los alimentos. Un envasado deficiente puede echar a perder el proceso aunque se haya realizado con las técnicas de elaboración más meticulosas. El envasado debe proteger al producto de una gran variedad de ataques, entre ellos el daño físico, la agresión química y la contaminación biológica, incluidos los producidos por microorganismos, insectos y roedores. Los factores medioambientales como el oxígeno y el vapor de agua, pueden estropear los alimentos si se les permite penetrar libremente en el envase, la contaminación de los alimentos por microorganismos puede deteriorarlos o causar enfermedades mortales. Muchos alimentos no sobrevivirían sin daño a su distribución si no fuera por la protección que les proporciona su envase. (Potter, 1995, p. 525)

#### **3.8.1 REQUISITOS PARA UN BUEN ENVASADO**

Algunas de las condiciones generales más importantes que deben cumplir los buenos envases son:

1. Carecer de toxicidad
2. Proteger contra la contaminación microbiana

3. Actuar como barrera contra la pérdida o ganancia de humedad y frente a la entrada de oxígeno
4. Proteger el alimento contra la absorción de olores y de tóxicos medioambientales
5. Impedir que se filtren los rayos UV dañinos
6. Proporcionar resistencia contra el daño físico
7. Ser transparente
8. Resistir a la manipulación o hacerla evidente
9. Ser fáciles de abrir
10. Disponer de sistemas de medida y de cierre después de abiertos
11. Ser fácilmente desechables
12. Ajustar al tamaño, forma y peso requeridos
13. Tener buen aspecto e impresión
14. Ser baratos
15. Ser compatibles con el alimento
16. Presentar una forma determinada, como la que permite agrupar varias unidades juntas en un solo paquete (Potter, 1995, p. 528)

### **3.8.2 PLÁSTICOS**

El término plástico se refiere a un grupo muy grande de materiales que tiene en común el estar compuestos por cadenas moleculares muy largas. Tales cadenas tienen un peso molecular de 100.000 o más y están formadas por monómeros, pequeñas molécula repetidas unidas entre sí en una secuencia de cabeza a cola. (Potter, 1995, p. 544)

Es importante saber que los plásticos no son totalmente inertes para los alimentos. Prescindiendo de la permeabilidad a gases y vapores, los componentes de los plásticos también podrían pasar al alimento y consumirse con él, lo que ha provocado bastante preocupación sobre la inocuidad de algunos plásticos. (Potter, 1995, p. 559)

### **3.9 CARNE**

La carne es la parte comestible, sana y limpia de la musculatura esquelética, incluida la grasa natural de la misma, de bovinos, ovinos, porcinos, caprinos, aves de corral y otros animales de consumo autorizado por el organismo competente. Por extensión se designa también como carne, la

de las especies de consumo autorizado por el organismo competente, tales como aves de corral, caza, peces, crustáceos y moluscos. (NGO 34 130:94, 1994, p. 2)

La carne se cataloga como carne cruda o carne fresca, carne molida o carne separada mecánicamente y como carne ordinaria. (ver anexo 1)

### **3.9.1 PRODUCTOS CÁRNICOS**

Los productos cárnicos son todos aquellos que están elaborados a partir de carne y/o vísceras comestibles de animales de abasto, aves y caza autorizados. El sometimiento de estos a un tratamiento térmico y posterior enfriamiento, permite una reorganización estructural, la coagulación de proteínas y la estabilización de la emulsión. De esta forma, se obtiene un producto con especiales características organolépticas (consistencia, textura, color y aroma). (Alba y otros, 2008, p. 480)

### **3.9.2 EMBUTIDOS**

Son los productos elaborados en base a una mezcla de carne animal permitida para el consumo humano, adicionando o no de complementos cárnicos, grasas comestibles, condimentos, especias y aditivos alimentarios, uniformemente mezclados, con agregado o no de sustancias aglutinantes y/o agua o hielo, introducida en tripas naturales o en fundas artificiales y sometida o no a uno o más de los procesos tecnológicos de curado, cocción, deshidratación y ahumado. (NGO 34 130:94, p 3)

### **3.9.3 CLASIFICACIÓN DE LA CARNE**

Siguiendo un criterio bastante amplio hay una primera clasificación de la carne en tres clases:

1. Carne roja, la procedente del buey, toro, la vaca, el caballo y el carnero.
2. Carne negra, que es la procedente de la caza.
3. Carne blanca, que es la carne de ternera de cordero, de conejo y de aves de corral. (Alba y otros, 2008, p. 480)

Independientemente de la especie del animal, de la que depende el contenido de hemoglobina que dará a la carne un color más o menos rojo, la alimentación también influye en la coloración de las carnes. El ganado que pastan libremente y se alimenta de pastos verdes tiene una carne más roja.

Por el contrario, las reses alimentadas con piensos secos o salvados tienen la carne más blanca. (Alba y otros, 2008, p. 480)

#### **3.9.4 CARNE DE VACUNO**

Al hablar de carne de vacuno se habla de carne de vaca, ternera o buey y no a otra. A esta especie animal pertenecen los ejemplares más grandes y voluminosos que se utilizan habitualmente en el consumo humano. Dependiendo del sexo y de la edad la carne presenta un color rojo oscuro o rojo ladrillo y una estructura entreverada, debido a los pequeños depósitos de grasa que se encuentren entre el músculo magro y el tejido conjuntivo. Las vetas de grasa, y algo de grasa de cobertura, son señal de un buen engorde de la vaca. Son indicativos de calidad especial para las piezas que necesiten poco tiempo de cocción. La carne de vacas y toros viejos suele ser de mala calidad. (Alba y otros, 2008, p. 482)

#### **3.9.5 TIPOS DE VACUNO**

La clasificación y la valoración de las canales de las reses de vacuno varían según el país y la zona donde se lleva a cabo. Sin embargo, en la mayoría de los casos los criterios de valoración suelen ser muy similares a la raza, conformación de la canal, proporción de carne, grasa y hueso. Dentro del ganado vacuno se pueden clasificar las carnes en función de si éstas son carnes blancas o rojas. Las primeras se refieren a las carnes procedentes de animales jóvenes, como la ternera, las rojas son las obtenidas a partir de animales adultos como la vaca. Sin embargo, en el matadero se emplea otra clasificación para su correcta utilización en la cocina, con pleno conocimiento de su calidad y características nutritivas, dentro de la denominación genética de carne de vacuno: (Alba y otros, 2008, p. 482)

- Ternera de leche. Se refiere al animal que no ha cumplido todavía el año de edad, que únicamente se ha alimentado de leche materna. El color de la carne es blanco rosáceo, característica debida, en parte a que el animal no ha probado nunca el pasto, lo que hace que su carne sea más tierna y con un sabor delicado.
- Añojo (ternera o vacuno joven). Se trata del animal, macho o hembra, de entre 10 y 18 meses de edad. Proporciona una carne más desarrollada y por tanto más sabrosa que la de la ternera lechal.

- Novillo o novilla. Son los animales con edades comprendidas entre los 14-18 meses y los 3 años, y hasta 5 años. Tienen una carne más roja y sávida aunque menos tierna que el añojo y la ternera lechal.
- Vacuno mayor (buey, vaca y toro). Machos o hembras normalmente mayores de 3-5 años, de gran variabilidad en cuanto a sus características. La carne de estos animales es muy roja y dura dentro de su especie, aunque posee un sabor y un valor nutritivo superiores. No obstante, el color varía con la edad y el sexo del animal, desde el rojo ladrillo hasta el rojo oscuro. (Alba y otros, 2008, pp. 482 – 483)

### ***3.10 PROCESO DE PICADO***

La reducción del tamaño de los trozos de carne se inicia con el picado manual de los ingredientes cárnicos mediante el empleo de cuchillos, de hoja ancha. El tamaño del corte depende del diámetro de la tolva de carga del molino que se utiliza. Este último tiene un tornillo grande sin fin o transportador que condiciona los ingredientes cárnicos hacia la cuchilla y el disco de donde emergen los granos de carne y/o grasa. El tamaño de los orificios de este disco determina en gran parte la textura final del producto cárnico. Existen dispositivos múltiples y complejos que alteran en su montaje cuchillas de cuatro a ocho brazos con doble superficie de corte y que giran en un eje horizontal asegurando las características de corte deseadas. Se les acoplan sistemas de eliminación de hueso (BES) y tendones, así como bombas antirretorno (CFD) que impiden el reflujó de las materias prima y benefician el flujo. La disposición general es entonces: tolva, precortador, cuchilla, impulsadora, disco triturador, cuchilla seleccionadora y disco separador o de perforación fina. (Duran, 2007, p. 426)

En el proceso de picado de los ingredientes cárnicos en el molino se debe controlar el exceso aumento de la temperatura, por efecto de la fricción con las partes del equipo, evitando de esta manera la desnaturalización de las proteínas y/o la función de la grasa. Para el control de la temperatura se recomienda permitir un flujo continuo de los ingredientes, emplear la carne refrigerada y la grasa congelada y, eventualmente, utilizar hielo en escamas. (Duran, 2007, p. 426)

### ***3.11 CALIDAD EN CARNE***

La calidad de la carne bovina se define como el conjunto de características logradas durante la producción y procesamiento que permite brindar al comprador un producto diferenciado a fin de que pueda escoger lo que llene sus expectativas. Existen tres categorías asociadas a la calidad de la carne:

- El valor nutritivo (composición química).
- Satisfacción al consumidor (mediante los sentidos).
- La seguridad (higiene y ausencia de contaminantes). (Valdiviezo, 2010, p. 5)

#### **3.11.1 VALOR NUTRITIVO DE LA CARNE DE VACUNO**

La composición de la carne es muy variable. Los principales factores que influyen en su composición bruta son la especie, raza, sexo, edad, estado nutricional y grado de actividad. Además, incluso en un mismo animal, la localización anatómica del corte cárnico, las manipulaciones post-mortales, el almacenamiento y el tipo de cocinado contribuyen significativamente a la variabilidad de la composición de la carne. (FENNEMA, 2008, p. 922)

Los cuatro componentes principales de la carne son agua, proteínas, lípidos y cenizas.

El agua se localiza en su mayor parte en el interior de las células musculares o bien atrapadas entre ellas, y en una cuantía, ligada a las proteínas con distinta intensidad. Las variaciones en el contenido de agua se deben generalmente a los cambios del contenido lipídico. (FENNEMA, 2008, p. 923)

Los lípidos son los más variables en cuanto al contenido y la composición. Como las fracciones lipídicas asociadas a los tejidos muscular y adiposo difieren en lo que respecta a su cantidad y composición, la cantidad de tejido adiposo que hay en la carne afecta poderosamente a la composición general del producto. Además, si el contenido de tejido adiposo disminuye, aumenta el porcentaje con que contribuyen los fosfolípidos al total lipídico. La mayoría de los lípidos son triacilglicéridos neutros; hay una cantidad menos de fosfolípidos, que se acumulan en las membranas celulares, y una fracción corresponde al colesterol que se encuentra fundamentalmente en la membrana plasmática muscular y en el tejido nervioso. A pesar de la menor contribución de la

fracción de los fosfolípidos a la totalidad del contenido lipídico, la naturaleza poliinsaturada de los fosfolípidos junto a su elevada relación superficie/volumen hace que estos lípidos sean muy susceptibles a las reacciones oxidativas, lo que contribuye poderosamente al deterioro del color y sabor de la carne. (FENNEMA, 2008, pp. 923 – 924)

La composición lipídica cambia también de un músculo a otro, particularmente cuando se comparan aquellos en los que la mayor parte de sus fibras tienen un metabolismo oxidativo (músculos rojos) con los que generalmente presentan un metabolismo glicolítico (músculo blanco). (FENNEMA, 2008, p. 924)

El contenido de proteínas en la carne se infiere habitualmente del análisis del contenido total de nitrógeno del producto, multiplicado por el factor 6,25 que se basa en el contenido medio de nitrógeno de las proteínas cárnicas. (FENNEMA, 2008, p. 925). De las proteínas de carne se pueden obtener cantidades significativas de lisina y suficientes de metionina. (Gutiérrez, 2000, p. 153)

Tabla Nutricional INCAP/OPS-2012

Composición de Alimento en 100 g de porción comestible

Nutrientes	Carne rica en grasa cruda
Agua (%)*	57.83
Energía (Kcal)*	288
Proteína (g)*	18.28
Grasa total (g)	23.30
Ceniza (g)	0.84
Calcio (mg)*	7
Fósforo (mg)	171
Hierro (mg)	1.79
Tiamina (mg)	0.09
Riboflavina (mg)	0.15
Niacina mg	3.32
Ácidos grasos mono-insaturados (g)	10.13
Ácidos grasos poli-insaturados (g)	0.87
Ácidos grasos saturados (g)	9.56
Colesterol (mg)	68
Potasio (mg)	297
Sodio (mg)	53
Zinc (mg)	3.38
Magnesio (mg)	19
Vitamina B6 (mg)	0.38
Vitamina B12 (mcg)*	2.78
Folato equivalente a FD* (mcg)	6
Fracción comestible (%)	0.91

\* (%) = porcentaje, (g) = gramo, (mg) = miligramo, (mcg) = microgramo, FD = Folatos Dietéticos

Existen variaciones en el contenido de grasa y proteínas según *Codex Alimentarius* y FAO. El porcentaje de grasa de acuerdo al Codex Alimentarios es de 30% con aglutinantes y 25% sin aglutinantes. El porcentaje de proteínas de acuerdo a FAO es un mínimo hasta 16.5% y el porcentaje de grasa es de 28%.

### 3.11.1.1 MÚSCULO

El músculo está formado por racimos de fibras entrelazadas como cables coaxiales, del diámetro de un cabello humano, tan largas como el propio musculo y que se engrosan con el ejercicio. Está formado por miosina y actina, que representan 50% de todas las proteínas y cuya función es transformar la energía química del ATP en energía mecánica para el movimiento del animal. Su perfil y biodisponibilidad de aminoácidos hacen de la carne un producto de alto valor nutricional, ya que se asemeja a las proteínas que constituyen el organismo humano. (Badui, 2012, p. 229)

Además de actina y miosina, los músculos contienen la mioglobina roja, proveedora de oxígeno, que es más abundante en las partes duras que demandan más gas para su funcionamiento. El color de cada carne se debe a la mioglobina, así la de res la más roja tiene una concentración de 1.0%. Como regla general, entre más pigmentada sea la carne, más mioglobina y más hierro contendrá; la biodisponibilidad de este metal es mayor en la carne que en los productos vegetales. (Badui, 2012, p. 229)

La mioglobina es una molécula muy reactiva que transforma su color de acuerdo con la disponibilidad de oxígeno en consecuencia, la pigmentación de la carne depende de la concentración relativa de mioglobina, oximioglobina y metamioglobina. Cuando un corte fresco se expone al aire se genera la atractiva oximioglobina rojo brillante; sin embargo, si se envuelve en un empaque permeable al gas, el oxígeno almacenado se consume de forma natural y el color cambia a café por la metamioglobina formada. Las películas permeables al oxígeno ayudan a conservar el color, pero al mismo tiempo favorecen el crecimiento microbiano; en los supermercados se emplean empaques impermeables con atmosfera modificada rica en oxígeno que conservan el color brillante. Por su parte, la carne envuelta al vacío no hay oxígeno, pero al abrirla se encuentra ante una alta presión de aire que facilita la formación de la oximioglobina, aunque eventualmente se oxida y se transforma en metamioglogina. La conversión de mioglobina en metamioglogina también se produce con la marinación y el calentamiento de la carne, transformación que es irreversible. (Badui, 2012, p. 229)

### **3.11.1.1.1 TEJIDO CONECTIVO**

El tejido conectivo está integrado principalmente por tres proteínas, el colágeno, la elastina y la reticulina, pero además contiene dos polisacáridos: el sulfato de condroitina y el ácido hialurónico. Este conjunto de polímeros se encuentra en los huesos, la piel, los cartílagos, los ligamentos, los vasos sanguíneos y los tendones, envuelven y le dan consistencia a los músculos y los unen a los huesos. Cada uno presenta propiedades mecánicas, elásticas y de resistencia a la compresión que permiten la movilidad y flexibilidad de los animales; el colágeno es el principal responsable de la rigidez, mientras que la elastina como su nombre lo indica, de la elasticidad. (Badui, 2012, p. 230).

El tejido conectivo se concentra en las partes duras del animal, como las patas y el cuello que son responsables de soportar el peso, del movimiento y de la transmisión de la carga a los huesos; su concentración aumenta con el ejercicio y la edad, ya que entre más viejo sea, más tejido conectivo poseerá por tener más esfuerzo físico acumulado. Los músculos sencillos de la espalda son suaves debido a su poca movilidad. (Badui, 2012, p. 230)

Al colágeno se le llama tejido blanco, representa casi 25% del total de las proteínas y está integrado por tres cadenas entrelazadas a manera de una sólida cuerda, condición que le permite tolerar mucho esfuerzo físico; su calentamiento a más de 60° C separa la rígida molécula en proteínas individuales que dan origen a la gelatina. (Badui, 2012, p. 230)

La reticulina y la elastina, llamadas tejido amarillo, se encuentran en los tendones, enlazan los músculos con los huesos, son más resistentes que el colágeno, pero a 90° C se desnaturalizan y se ablandan. (Badui, 2012, p. 230)

### **3.11.1.2 GRASA**

La grasa de los animales funciona como reserva energética, aislante y amortiguadora de los órganos internos y es el componente más variable de las carnes; su color refleja la alimentación del animal. La grasa de res contiene de 40 a 50% de ácidos grasos saturados palmítico y esteárico, de 40 a 45% de oleico y el resto de linoleico; la entreverada, distribuida entre las fibras musculares, es responsable del marmoleo y parcialmente del sabor de la carne cocida, las carnes magras no son tan aromáticas, pierden jugosidad y se resecan fácilmente con el cocimiento. Con respecto al colesterol, contiene de 60 a 90 mg/100g mientras que las vísceras hasta 400 mg. (Badui, 2012, p. 230)

### 3.11.2 ALMIDONES COMO ADULTERANTE

El nivel máximo permitido de almidón hidroxipropílico o almidón oxidado (que pudieran encontrarse en carne fresca picada según Reglamento Centroamericano RTCA 67.04.54:10 como aditivo) se clasifica como BPM. Esto indica, su limitación en la mayor medida que sea razonablemente posible como consecuencia de su uso en la fabricación, elaboración o envasado del alimento y que no tenga por objeto obtener ningún efecto físico o técnico en el alimento mismo.

El uso de aditivos alimentarios está justificado únicamente si ello ofrece alguna ventaja, no presenta riesgos para la salud del consumidor y no le induce a error o a engaño, y si desempeña una o más de las funciones establecidas por el RTCA 67.04.54:10:

a) Conservar la calidad nutricional del alimento; una disminución intencionada en la calidad nutricional de un alimento estará justificada solo si son fabricados para grupos de consumidores que tienen necesidades dietéticas especiales y si el alimento no constituye un componente importante de una dieta normal.

b) Aumentar la calidad de conservación o la estabilidad de un alimento o mejorar sus propiedades sensoriales, a condición de que ello no altere la naturaleza, sustancia o calidad del alimento de forma que no induzca a engaño del consumidor.

c) Proporcionar ayuda para la fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, transporte o almacenamiento del alimento, a condición de que el aditivo no se utilice para encubrir los efectos del empleo de materias primas defectuosas o de prácticas (incluidas las no higiénicas) o técnicas indeseables durante el curso de cualquiera de estas operaciones.

Por lo que el uso de almidón en carne fresca picada puede interpretarse con el propósito de abaratar costos en su fabricación y aumentar el peso del alimento induciendo a error o a engaño del consumidor.

### ***3.12 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS***

Uno de los instrumentos más importantes de los que dispone el técnico o empresario de industrias agroalimentarias para asegurar la calidad, son los métodos físico-químicos de análisis. Con estos métodos se puede determinar una serie de parámetros fundamentales: peso, volumen, composición, presencia de contaminantes, presencia de impurezas, valor nutritivo, contenido en proteínas, azúcares, grasas, sales minerales, vitaminas, etc. (Métodos oficiales de análisis de los alimentos, 1994, p. 13)

Por lo que, es necesario realizar un análisis fisicoquímico de alimentos para asegurar que sean aptos para el consumo y para asegurar que cumplen con todas las características y composición que se espera de ellos. (Técnicas de análisis fisicoquímicos de alimentos, 2007, p. 2)

El análisis de alimentos comprende de tres grandes aspectos:

1. Análisis de composición y valor nutritivo.
2. Análisis de impurezas.
3. Detección de fraudes (Técnicas de análisis fisicoquímicos de alimentos, 2007, p. 2)

En los dos primeros casos tenemos dos tipos de análisis:

1. Análisis inmediato: En el que se realiza una evaluación de los componentes globales de los alimentos. Se evalúa el contenido global en grasa, proteínas, hidratos de carbono, humedad y cenizas.
2. Análisis último: En el que se evalúan los componentes concretos y se determinan las impurezas que se puedan detectar. (Técnicas de análisis fisicoquímicos de alimentos, 2007, p. 2)

#### **3.12.1 DETERMINACIÓN DE GRASA POR EL EXTRACTOR DE GRASAS VELP**

El extractor de grasas Velp utiliza el método Randall.

El procedimiento de extracción en caliente según Randall está constituido de tres pasos:

Extraer por ebullición: Durante el primer paso el cartucho de extracción con la muestra se encuentra en el recipiente con el agente de extracción en ebullición. La sustancia que debe ser extraída durante este paso ya pasa en gran parte a la solución y se distribuye en el disolvente. La parte superior del conjunto de aparatos actúa simplemente como refrigerador de flujo de retorno; la condensación gotea en el cartucho de extracción y ayuda a disolver la sustancia. (Behr Labor-Technik, s.f, p. 5)

Enjuague: En el segundo paso se levanta el cartucho de extracción del depósito de decantación. A este aún se encuentra adherido extracto; y quizás aún se encuentre también sustancia en la muestra que aún no se ha disuelto. La condensación del refrigerador enjuaga el extracto adherido y realiza paso a paso la disolución de los componentes hasta ahora no solubilizados. Si se pretende continuar el procesamiento del extracto disuelto, la extracción de este modo está terminada. En caso contrario en un tercer paso se extrae el disolvente. (Behr Labor-Technik, s.f, p. 5)

Concentración por evaporación: Para la concentración por evaporación se conecta el grifo de retorno al refrigerador. Entonces la condensación se acumula en la parte inferior del refrigerador; se puede emplear nuevamente para la próxima extracción. Gracias a los recorridos cortos en el conjunto de aparatos, la muestra permite ser concentrada por evaporación casi hasta el secado. (Behr Labor-Technik, s.f, p. 5)

### **3.12.2 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS POR MÉTODO KJELDHAL**

Muchos compuesto nitrogenados, calentados con ácido sulfúrico concentrado a elevadas temperaturas y en presencia de un catalizador, se descomponen con formación de amoníaco, que es fijado por el ácido en forma de ión amonio. Se alcaliniza la mezcla fuertemente con hidróxido sódico y se calienta a ebullición; el amoníaco que destila se recoge en un exceso de ácido patrón. Valorando por retroceso se obtiene la cantidad de amoníaco y de esta el contenido de la muestra. La determinación consta de tres etapas:

1. Digestión: Se calienta el compuesto nitrogenado con ácido sulfúrico concentrado, al que normalmente se añade sulfato potásico para elevar su punto de ebullición y conseguir una descomposición más rápida de la muestra. Se agrega sulfato de cobre como catalizador. Los compuestos orgánicos se carbonizan por la acción del ácido sulfúrico concentrado. A la temperatura elevada a que se opera, el carbono se va oxidando lentamente a dióxido de carbono

por acción del ácido sulfúrico, que se reduce a dióxido de azufre. Este es un reductor fuerte, capaz de hacer pasar el nitrógeno a su estado más bajo de oxidación, amoníaco, que en medio ácido se transforma a amonio. (Ayres, 1968, pp. 342 – 343)

2. Destilación: Después de dejar enfriar la muestra sometida a digestión, se añade un exceso de hidróxido sódico concentrado para formar sulfato de sodio y librar amonio. El destilado se recibe con ácido bórico. El amónico es absorbido por el ácido bórico al 4% en exceso. (Ayres, 1968, pp. 342 – 343)
3. Valoración: El ion borato es proporcional a la cantidad de nitrógeno es titulado con ácido clorhídrico estandarizado. (Ayres, 1968, pp. 342 – 343)

#### Reacciones llevadas a cabo en el método de kjeldahl

*Digestión:*  $n - C - NH_2 + mH_2SO_4 \rightarrow CO_2 + (NH_4)_2 SO_4 + SO_2$

*Destilación:*  $(NH_2)SO_4 + 2 NaOH \rightarrow 2NH_3 + Na_2SO_4 + 2H_2O$

$NH_3 + H_3BO_3$  (ácido bórico)  $\rightarrow NH_4 + H_2BO_3^-$  (ión borato)

*Titulación:*  $H_2BO_3^- + H^+ \rightarrow H_3BO_3$  (JP SELECTA S.A, 2012)

El contenido de nitrógeno finalmente calculado se multiplica por un factor característico de cada alimento y se obtiene entonces el contenido de proteínas totales. (Zumbado, 2002, p. 224)

Los factores de conversión para cada tipo de alimento han sido estimados a través de la determinación de nitrógeno total a una proteína patrón característica de cada alimento. (Zumbado, 2002, p. 224)

Así se ha determinado que las proteínas cárnicas poseen un 16% de nitrógeno. Quiere decir que 100 g de proteínas cárnicas contiene 16 g de nitrógeno. Entonces:

$$\text{Factor de conversión} = \frac{100}{16} = 6.25$$

De aquí que el factor de conversión de nitrógeno en los productos cárnicos es 6.25. (Zumbado, 2002, p. 224)

### **3.12.3 DETERMINACIÓN CUALITATIVA DE ALMIDÓN**

La obtención de una sustancia colorida al reaccionar el yodo con el almidón se debe a la formación de un complejo de coordinación entre las micelas de almidón y el yodo. Estas micelas están formadas por cadenas polisacáridas enrolladas en hélice. El yodo se puede colocar centralmente en estas hélices. El color depende del largo de la sección lineal de la molécula del almidón.

La amilasa pura, que es el polisacárido exclusivamente linear, dará con el yodo el color más intenso de un azul profundo. La amilopectina dará un color azul violeta, mientras que el glucógeno que es una molécula más ramificada dará un color café rojizo.

El color disminuye cuando la temperatura aumenta, hasta desaparecer por completo, y se intensifica al bajar nuevamente la temperatura. Esto indica la formación y destrucción de los complejos de coordinación formados entre el yodo y el almidón. (Vejar, 2005, p. 142)

### **3.13 INOCUIDAD EN CARNE**

La inocuidad es un atributo oculto e implícito. (Rovira, 2006, p. 1)

Para la inocuidad de la carne juegan importantes roles tanto la industria como los productores y consumidores. (Rovira, 2006, p. 3)

Los microbios están siempre presentes en la carne fresca. Se ha de recordar que algunos o todos los tipos de microorganismos indeseables pueden estar presentes en la carne, aunque inicialmente estén en pequeño número. (Madigan y otros, 2009, p. 1162). La temperatura afecta al crecimiento microbiano. El crecimiento microbiano es la principal causa de las infecciones e intoxicaciones alimentarias. (Ranken, 2003, pp. 85 – 86)

Inicialmente, la carne está protegida por la piel de las carnes y vainas musculares intactas; cuanto más se expone la carne al cortado, picado, etc., más superficie se ofrece a los microorganismos para que crezcan. Así, cuando todos los demás factores son idénticos, las

superficies sin cortes tendrán recuentos bacterianos más bajos que la carne picada (que tiene una gran superficie expuesta al ataque de los microbios). (Ranken, 2003, pp. 85 – 86)

Un factor de riesgo de la carne picada es que el proceso de picado aumenta la cantidad de superficie expuesta de la carne facilitando el contacto con superficies contaminadas y dificultando el manejo por parte de los manipuladores de alimentos. Cualquier producto tiene mayor riesgo de contaminarse cuanto mayor sea su manipulación, y este es otro de los motivos por los que el procesado de la carne picada aumenta su riesgo respecto a carnes sin procesar o con una manipulación menor. (IBS Alimentaria, 2011)

La contaminación microbiana de la carne es de origen externo, adquirida durante el sacrificio, manipulación, diferentes tratamientos, durante la sangría, desuello y cuarteado de los animales. Los microorganismos proceden del tubo digestivo y de las partes externas tales como piel, pezuñas y pelo. (Duran, 2007, p. 88)

La parte externa del animal además de contener la flora natural de los animales contiene microorganismos procedentes del suelo, aire, agua y estiércol. (Duran, 2007, p. 88)

Los cuchillos, aire, agua, puños, ropa del personal, manos, etc. son posibles fuentes de contaminación. También deben considerarse los medios de transporte, cajones, recipientes, enfriadores, congeladores y aquellas máquinas y utensilios especiales utilizados para picar. (Duran, 2007, p. 88)

Las bacterias entéricas, como la *Salmonella*, *Shigella* y *Escherichia*, que son patógenos potenciales que se pueden encontrar en el intestino de los animales, contaminan y alteran con frecuencia la carne. (Madigan y otros, 2009, p. 1162)

La carne se puede llegar a contaminar por bacterias patógenas como *Escherichia coli* o *Salmonella* en su superficie y que tras la cocción (a 70° C el tiempo suficiente) es más probable que sean destruidas. En cambio, la carne picada presenta el inconveniente de que esa contaminación, que en general sería superficial, pasa a estar en cualquier parte del producto en la carne picada ya que lo que antes era la superficie ahora puede ser el interior del producto. (IBS Alimentaria, 2011)

Desde el punto de vista higiénico sanitario, las materias primas cárnicas deben provenir de animales sanos, beneficiados bajo estrictas condiciones higiénicas dentro de mataderos tecnificados. (Duran, 2007, p. 424)

La carne presenta ciertas características intrínsecas, tales como pH próximo a neutralidad, elevada actividad del agua, y alto contenido de nutrientes, que predisponen la presencia y crecimiento de peligros biológicos, por ejemplo bacterias patogénicas. (Rovira, 2006, p. 2)

Las pruebas microbiológicas efectuadas en puntos específicos de la cadena alimentaria son un mecanismo importante para verificar un enfoque de la inocuidad de los alimentos basado en el análisis de riesgos. La especificación de los resultados microbiológicos referentes a la inocuidad de los alimentos permite establecer niveles adecuados de protección de los consumidores al tiempo que proporciona a las empresas la máxima flexibilidad en cuanto a los sistemas específicos de control del proceso utilizado. (Codex Alimentarius, 2008, p. 72)

Los criterios microbiológicos se usan para determinar la aceptabilidad de un producto o de un lote de alimentos. (Codex Alimentarius, 2008, p. 72)

### ***3.14 PATOLOGÍAS PROVOCADAS POR ERRORES U OMISIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE ALMACENAMIENTO, MANIPULACIÓN, EMPAQUE Y DISTRIBUCIÓN DE ALIMENTOS CÁRNICOS***

#### ***3.14.1 INFECCIÓN POR *Escherichia coli****

Ciertos tipos de la bacteria *Escherichia coli* pueden ocasionar enfermedad transmitida por alimentos. Formas inofensivas de *Escherichia coli* pueden encontrarse extensamente en la naturaleza, incluyendo el tracto intestinal del ser humano y en los animales de sangre caliente. Los tipos que ocasionan enfermedades, sin embargo, son una causa frecuente de infecciones tanto en el tracto intestinal como en el urinario-genital. (Hoja informativa sobre las enfermedades transmitidas por alimentos, 2005, p. 3)

Varios tipos diferentes de *Escherichia coli* dañino pueden ocasionar enfermedades diarreicas. Un tipo particularmente peligroso se llama *Escherichia coli* enterohemorrágico (EHEC). EHEC frecuentemente causa diarrea sanguinolenta y puede llevar a la falla renal en los niños o a personas

con sistemas inmunológicos debilitados. (Hoja informativa sobre las enfermedades transmitidas por alimentos, 2005, p. 3)

El ganado constituye la fuente principal de *Escherichia coli*, pero otros mamíferos domésticos y salvajes también pueden albergar estas bacterias. Una infección de *Escherichia coli* puede ser prevenida al cocinar completamente la carne molida, al evitar la leche sin pasteurizarse, y al lavarse las manos cuidadosamente. (Hoja informativa sobre las enfermedades transmitidas por alimentos, 2005, p. 3)

La toxina de *Escherichia coli* puede dañar las paredes del intestino y puede causar otros síntomas incluyendo, náusea, calambres abdominales severos, diarrea aguada o muy sanguinolenta, cansancio y posible vómito. Ocasionalmente, se desarrolla una fiebre leve. Los síntomas usualmente empiezan entre 2 a 5 días después de comer alimento contaminado y pueden durar hasta 8 días. (Hoja informativa sobre las enfermedades transmitidas por alimentos, 2005, p. 3)

La mayoría de las personas se recuperan de una infección de *Escherichia coli* dentro de 5 a 10 días sin tratamiento. Los antibióticos generalmente no ayudan, y los expertos en el cuidado de la salud no recomiendan las medicinas anti-diarreicas. (Hoja informativa sobre las enfermedades transmitidas por alimentos, 2005, p. 3)

### **3.14.2 SALMONELOSIS**

La salmonelosis es una enfermedad gastrointestinal que se debe típicamente a la infección por *Salmonella*. Los síntomas comienzan después de que el patógeno coloniza el epitelio intestinal. *Salmonella* es un bacilo móvil, gramnegativo y anaerobio facultativo, que está relacionado con *Escherichia coli* y con otras bacterias entéricas. (Madigan y otros, 2009, p. 1173)

El origen remoto de las salmonelas transmitidas por los alimentos es el tracto intestinal del hombre y de los animales de sangre caliente, y existen varios mecanismos que pueden introducir estos organismos en los alimentos disponibles. El organismo puede alcanzar el alimento por contaminación fecal de los manipuladores de los alimentos. Los animales para producción de alimentos, como pollos, cerdos y vacas también pueden albergar serotipos de *Salmonella* que son patógenos para el hombre y pueden pasar la bacterias a los alimentos frescos acabados, tales como huevos, carnes y productos lácteos. (Madigan y otros, 2009, p. 1173)

La salmonelosis más común es la enterocolitis. La ingestión de alimentos que contienen células viables de *Salmonella* ocasiona la colonización del intestino delgado y del intestino grueso. De las 8 a las 48 horas de la ingestión se inician los síntomas de la enfermedad que incluyen la rápida aparición de dolor de cabeza, escalofríos, vómitos y diarrea, seguidos de una fiebre que dura varios días. Normalmente la enfermedad se resuelve de 2 a 5 días sin intervención. Sin embargo, tras la recuperación, los enfermos pueden liberar *Salmonella* en las heces durante varias semanas. Algunos enfermos se recuperan y permanecen asintomáticos, pero liberan el microorganismo durante meses o incluso años como transportadores crónicos. Unos cuantos serotipos de *Salmonella* también pueden originar septicemia (infección de la sangre) y fiebre entérica o tifoidea, una enfermedad caracterizada por infección sistémica y por fiebre alta que dura varias semanas. (Madigan y otros, 2009, p. 1174)

Para la enterocolitis no se requiere normalmente tratamiento y el uso de antibióticos no acorta el curso de la enfermedad ni elimina el estado de portador. Sin embargo, los antibióticos reducen significativamente la duración y la gravedad de la septicemia y de la fiebre tifoidea. (Madigan y otros, 2009, p. 1174)

Los alimentos bien cocidos y calentados por lo menos a 70° C durante 10 minutos son generalmente seguros si se consumen inmediatamente, si se mantienen a 50° C o si se guardan inmediatamente a 4° C. Cualquier alimento contaminado por un manipulador de alimentos puede servir para sostener el crecimiento de *Salmonella* si dicho alimento se mantiene sin consumir mucho tiempo, especialmente sin calentamiento o sin refrigeración. Las infecciones por *Salmonella* son más frecuentes en verano que en invierno, probablemente porque el ambiente cálido favorece el crecimiento de los microorganismos en los alimentos. (Madigan y otros, 2009, p. 1174)

Aunque las leyes y las regulaciones locales varían, los individuos infectados, debido a la larga duración del estado de transportador, deben de ser excluidos de trabajos como manipuladores de alimentos hasta que sus heces sean negativas para el cultivo de *Salmonella* en tres cultivos sucesivos. (Madigan y otros, 2009, 1174)

### **3.15 TÉCNICAS PARA IDENTIFICAR Y CUANTIFICAR *Escherichia coli* Y *Salmonella spp* EN CARNE**

#### **3.15.1 CUANTIFICACIÓN DE *Escherichia coli* POR PETRIFILM™**

Las Placas Petrifilm™ para el Recuento de *Escherichia coli*/coliformes (Placa Petrifilm EC) contienen nutrientes de Bilis Rojo Violeta (VRB), un agente gelificante soluble en agua fría, un indicador de actividad de la glucuronidasa y un indicador que facilita la enumeración de las colonias. La mayoría de las cepas de *Escherichia coli* (cerca del 97%) produce beta-glucuronidasa, la que a su vez produce una precipitación azul asociada con la colonia. La película superior atrapa el gas producido por *Escherichia coli* y coliformes fermentadores de lactosa.

Cerca del 95% de las *Escherichia coli* producen gas, representado por colonias entre azules y rojo-azules asociadas con el gas atrapado en la Placa Petrifilm EC (dentro del diámetro aproximado de una colonia). (3M Placas Petrifilm™ para el Recuento de E. coli/Coliformes, 2006, p. 1)

#### **3.15.2 CUANTIFICACIÓN DE *Salmonella* POR RAPPAPORT-VASSILIADIS**

Para la detección de *Salmonella* se necesita llevar a cabo cuatro etapas sucesivas esto se debe al hecho que este microorganismo se presenta por lo general en número reducido, otras veces las mismas están dañadas y en otras ocasiones pueden estar mezcladas con cantidades considerables de otras enterobacterias. Dichas etapas son: preenriquecimiento, enriquecimiento, aislamiento y confirmación. (NGO 34 125 h 12, 1982, pp. 1 – 2)

El medio de cultivo Rappaport-Vassiliadis tiene una concentración baja de verde de malaquita. Es un medio de cultivo nutritivo que contiene un sistema buffer de fosfatos, alta concentración de sales de magnesio y sodio y la presencia del colorante verde de malaquita (oxalato). El enriquecimiento selectivo de especies de *Salmonella* se debe a la capacidad de estos microorganismos de sobrevivir y multiplicarse a presiones osmóticas relativamente altas (debido a la elevada concentración de cloruro de magnesio en el medio), en pH relativamente bajo, y porque se suprime el efecto tóxico del verde de malaquita hacia las *Salmonellas* debido a la presencia de cloruro de magnesio. La incubación a temperaturas entre 41-42° C favorece la selectividad hacia este grupo de bacterias. (Britanlab, 2010, p. 1)

Las cepas de *Salmonella sp.* típica producen:

**En Agar Tres-Azúcares-Hierro (TSI):** pico de flauta alcalino o slant (inclinación del tubo para observar crecimiento bacteriano o pruebas bioquímicas) rojo; y fondo ácido amarillo con o sin producción de H<sub>2</sub>S (ennegrecimiento del agar). (ANMAT, 2011, p.32).

El agar TSI se basa en la afinidad de la bacteria a determinar por glucosa o lactosa. En el caso de la *Salmonella spp*, fermenta glucosa mas no la lactosa. Está compuesto por aminoácidos (lisina, ornitina y arginina) que se descarboxilan en presencia de la bacteria. El color inicial del agar es rojo, constituido dentro del tubo por glucosa con característica anaerobia en el fondo y lactosa con característica aerobia en el pico de flauta. El viraje a amarillo de pH ácido indica presencia positiva y el viraje a morado de pH alcalino indica presencia negativa indicando que la bacteria no utilizó los aminoácidos por lo que no hay fermentación. El cambio de color se debe al indicador rojo fenol.

Debido a la afinidad de *Salmonella spp* por glucosa el tubo debe presentar un fondo amarillo y un pico de flauta morado o rojo siendo variable la producción de ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) por parte de la bacteria.

Existe gas, burbujas o ruptura de agar por formación de gas a partir de la glucosa.

**En Agar-Lisina-Hierro (LIA):** pico de flauta alcalino o slant y fondo color púrpura indicando pH alcalino. No descartar los cultivos que producen decoloración en el fondo del tubo basándose solo en esta reacción. La mayoría de los cultivos de *Salmonella spp* producen H<sub>2</sub>S en LIA. (ANMAT, 2011, p.30).

La *Salmonella spp* no tiene la capacidad para descarboxilar los aminoácidos en el agar LIA por lo que no hay fermentación observando coloración púrpura en todo el agar del tubo. El indicador utilizado es el purpura bromocresol. La presencia de gas es variable.

Si el pico de flauta es de color rojo hay presencia de *Proteus spp*.

**Nota:**

Deben ser retenidos para confirmación bioquímica los cultivos que dan:

- Fondo alcalino (púrpura) en LIA sin importar la reacción en TSI
- Fondo ácido (amarillo) en LIA y pico de flauta alcalino (rojo) y fondo ácido (amarillo) en TSI.

Descartar como no *Salmonella* los cultivos que dan fondo ácido en LIA y pico de flauta y fondo ácidos en TSI (ANMAT, 2011, p.30).

### **3.16 LA LEGISLACIÓN ALIMENTARIA QUE APLICA A PRODUCTOS CÁRNICOS**

El Sexto Congreso Internacional de Farmacia, celebrado en 1885 en Bruselas, propuso la creación de unos servicios estatales que tuvieran por finalidad la represión del fraude alimentario. También por esa época, se publicó en Francia el Diccionario de las alteraciones y las falsificaciones de las sustancias alimenticias, medicinales y comerciales, obra que tuvo una gran difusión, escrita con una doble interpretación por Chevalier y Baudrimont: dar a conocer el valor de las sustancias alimenticias y sugerir diversos modos de evitar, o de controlar, los fraudes. (Gutiérrez, 2000, p. 13)

Una consecuencia del desarrollo adquirido por la ciencia de los alimentos ha sido la gran preocupación surgida en la sociedad occidental por la salud del consumidor y por los fraudes detectados de vez en cuando en los alimentos comercializados. Dicha situación ha dado lugar desde finales del siglo XIX y primer cuarto del siglo XX, a la aparición de leyes sobre los alimentos, que se podrían considerar como la primera base para la formación de un Derecho alimentario, una especialidad dentro del Derecho administrativo. (Gutiérrez, 2000, p. 13)

La necesidad de una coordinación en el establecimiento de normas legislativas internacionales determinó que en 1962, se creara un organismo internacional bajo el patrocinio de la FAO y OMS que recibió el nombre *de Codex Alimentarius*. Esta comisión elabora normas legislativas sobre los alimentos y las publica en un *Codex Alimentarius* o Códice de Alimentos. La comisión del *Codex Alimentarius* tiene también como objetivo llegar a consenso en el establecimiento de características específicas y de normas sanitarias que deben reunir los alimentos. Estas normas se adoptan para proteger a los consumidores de riesgos sanitarios, evitar fraudes, favorecer el comercio internacional y asegurar la lealtad en las transacciones comerciales. El Código establece unos requisitos mínimos de calidad, seguridad e higiene de los alimentos que los distintos países pueden aplicar voluntariamente en el comercio internacional de los productos. Las normas Codex además de considerar los aspectos de seguridad y salubridad de los alimentos, tiene también como objetivo impedir que algunos países utilicen las normas sanitarias de los alimentos, no con la finalidad de proteger la salud de los consumidores sino, para proteger sus productos de la competencia de productos importados. (Potter, 1995, pp.630 – 631)

No obstante, cada país debe desarrollar su propia normativa legal para luchar contra el fraude alimentario. (Gutiérrez, 2000, p. 14)

### ***3.17 INVESTIGACIONES NACIONALES RESPECTO AL TEMA:***

Flores, D. (1973). Características sanitarias de los expendios de carnes en dos mercados de ciudad de Guatemala. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala. En donde se recomendó elaborar programas de educación sanitaria, orientado hacia la manipulación, almacenamiento e higiene para el personal de trabajo, que se cumpliera con el Código Sanitario vigente y de investigar las diversas fuentes de contaminación desde la matanza hasta su distribución.

Castrillo, L. (1975). Estudio sobre la contaminación de la carne desde la matanza hasta el expendio. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Recomendando una mayor vigilancia en los rastros en el momento del destace por parte de las autoridades correspondientes, mejorar las instalaciones de los rastros, exigir a los transportistas que conducen la carne al mercado que no la coloquen en el piso del vehículo, y que lo laven frecuentemente haciendo periódicamente examen visual y microbiológico.

Castañeda, C. (1989). Carne de bovino como posible fuente de transmisión de salmonelosis humana en la ciudad de Guatemala: estudio descriptivo en 91 muestras de carne molida tomadas de expendios populares de la ciudad de Guatemala de abril a mayo de 1989. (Tesis de grado). Universidad de Guatemala. Donde se concluyó que la carne molida de bovino distribuida en los expendios populares de la Ciudad de Guatemala no está contaminada con cepas de *Salmonella* sp, pero sí de otras enterobacterias como *Proteus sp*, *Enterobacter sp*, *Citrobacter* y *Klebsiella*. Se encontró que un 43 % de los expendios incluidos en el estudio no llenan los requisitos mínimos exigidos en el Código de Sanidad, en lo que respecta a su planta física.

Barrios, O. (1993). Evaluación de 6 características fisico-químicas y microbiológicas de la carne molida en los mercados municipales de la capital. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Señalando que la calidad fisicoquímica, microbiológica de la carne molida que se vende en los mercados municipales de la capital no es controlada agregando que la carne molida analizada no cumplió con las condiciones mínimas para asegurar la salud del consumidor. Cabe destacar que el 48.40 % de la carne molida analizada cumplió con los niveles permitidos de grasa por las especificaciones del Codex Alimentario.

Mendez, J. (1996). Evaluación de la calidad de la carne fresca de bovino de consumo popular en la ciudad de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Dirección General de Investigación. Programa de Investigación Interdisciplinaria en Salud –PUIIS-. Donde concluye la calidad fisicoquímica y el tipo de carne no existió diferencias significativas entre la carne de primera y de segunda. En tanto que el tipo de expendio si influyó significativamente en la calidad fisicoquímica de la carne estudiada. En relación con la calidad microbiológica de la carne se determinó que el 63.22% de las muestras analizadas estaban contaminadas aislándose *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y Levaduras. No existió diferencia significativa entre la carne de primera y de segunda en relación con el recuento aeróbico en placa, Colimetría y Levaduras. En tanto el tipo de expendio sí estuvo relacionado con el grado de contaminación bacteriana de la carne.

Maldonado, H. (2000). Caracterización de la ganadería bovina de carne de Guatemala de 1980 a 1999. (Tesis de Maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala. Donde se concluyó que la calidad de la carne, es influida por deficientes condiciones higiénicas encontradas a lo largo de la cadena productiva, desde la producción a nivel de finca, los rastros, el método de sacrificio y la ausencia de personal capacitado en la inspección sanitaria en los rastros, la deficiente cadena fría, el transporte de carne, las inadecuadas condiciones sanitarias a nivel de expendios hasta llegar al consumidor por lo que en toda esta cadena existió contaminación bacteriana que pone en riesgo la salud humana.

López, N. (2001). Determinación de *Salmonella* en carne de res expendida en la ciudad de Guatemala. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Se concluyó que el 9 % de las muestras de carne de res analizadas fueron positivas para *Salmonella* siendo estas *S. typhi* causante de fiebre tifoidea y *S. enteritidis var typhimurium*, patógeno aislado con mayor frecuencia en aves de corral. Por lo que sugieren que la implementación de programas de inspección y calidad disminuiría notablemente la contaminación por *Salmonella*, lo cual se observó de los resultados negativos obtenidos de las empresas exportadoras que se rigen por programas estrictos de control de calidad.

Arévalo, H. (2003). Determinación de *Salmonella spp.* y *Shigella spp.* en carne y vegetales crudos empleados como materia prima en las cafeterías de la Ciudad Universitaria. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. Las carnes y vegetales crudos evaluados En este estudio se encontraron libres de los patógenos investigados, concluyendo que, a través de

las buenas prácticas en el transporte, almacenamiento y manipulación de dichas materias primas se logró la inocuidad por lo tanto, fueron aptas para ser empleadas por los expendederos.

Sandoval, C. (2005). Determinación de la resistencia a los antibióticos de las cepas de (*Escherichia coli*) aisladas de carne molida de res, procedentes de mercados municipales de la ciudad capital de Guatemala, mediante la prueba de difusión de disco. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Donde el 100% de las muestras presentó contaminación con *Escherichia coli*. Las cepas de *Escherichia coli* aisladas, presentaron resistencia a la Ampicilina un 23 % al Sulfisoxazol y Estreptomicina un 6% de resistencia. El 100% de sensibilidad solo se obtuvo en Amikacina, Gentamicina, Ceftriaxona, Ciprofloxacina, Kanamicina, Trimetoprim – Sulfametoxazol.

Gutiérrez, L. (2009). Evaluación microbiológica de la carne bovina que se expenden en el mercado municipal de Malacatan, departamento de San Marcos. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Se concluyó que la forma artesanal de matanza, la infraestructura del expendio, el mal manejo de la maquinaria, los enseres y el manejo previo; está relacionado con el alto grado de contaminación bacteriana de la carne. Además, la presencia de Coliformes en los expendios estudiados según las normas COGUANOR, no está dentro de los rangos aceptables.

Muñoz, E. (2010). Evaluación microbiológica comparativa de carne de res (*Longissium dorsi*), bajo el empaque al vacío y el empaque comercial tradicional. (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala. Concluyendo que existe una carne de mejor calidad microbiológica en el empaque al vacío, con menos deterioro y recuentos menores, comparados con las muestras de carne empacadas utilizando el empaque comercial tradicional. Mencionando que las prácticas de manejo, previas al empaque son determinantes en la carga microbiana inicial del alimento y por consiguiente pueden acelerar el deterioro. Además se notó el crecimiento microbiano que va en aumento según avanza el tiempo de almacenamiento de la carne en refrigeración recordando que se trabajó en condiciones óptimas para el estudio.

#### 4 JUSTIFICACIÓN

Debido a la poca información registrada para un conocimiento total de la calidad e inocuidad de los alimentos consumidos por la población guatemalteca se hace necesario realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos de alimentos expendidos en distintos supermercados para comprobar su calidad e inocuidad.

El tipo de corte que presenta la carne molida y la manipulación que se aplica aumenta los riesgos microbiológicos, ya que el mantenimiento de dicho producto a temperatura ambiente puede provocar la proliferación bacteriana.

Dichos productos están dentro del supermercado esperando a que se vendan de no ser así son retenidos prolongando su tiempo de almacenamiento y disminuyendo a la vez su calidad. Esto aunado a que para lograr recuperar la inversión muchos supermercados, de manera inescrupulosa, preparan comida lista para servir con productos ya vencidos o próximos a vencer; muchas veces enmascarando el sabor o bien el olor y color con el uso de aditivos o adulterantes.

Con la presente investigación se proporcionará un indicativo del estado actual de la calidad de la carne molida ordinaria empacada que se expende en supermercados de la Ciudad de Guatemala, como un aporte hacia la población guatemalteca la cual tiene el derecho absoluto de consumir alimentos de buena calidad e inocuos y de que el Estado vele por ello, dicho derecho está establecido dentro de la Constitución Política de la República de Guatemala y el Código de Salud, Decreto No. 34 del Congreso de la República de Guatemala.

## 5 OBJETIVOS

### 5.1 GENERAL

Comprobar que la carne molida ordinaria empacada que se expende en los supermercados de la Ciudad de Guatemala cumple con lo establecido en el *Codex Alimentarius*, FAO y Tabla de Composición de Alimentos Centroamericanos del INCAP/OPS-2012 para el contenido de proteínas, grasa y agua; en el Reglamento Centroamericano RTCA 67.04.54:10 para el contenido de almidón y que es apto para el consumidor según el RTCA 67.04.50:08 para grupo coliforme, coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Salmonella spp.*

### 5.2 ESPECÍFICOS

- 5.2.1 Confirmar que la carne molida ordinaria empacada expandida por los supermercados de la Ciudad de Guatemala contengan un valor nutricional aceptable de proteínas, grasas y agua.
- 5.2.2 Evaluar la ausencia de grupo coliforme, coliformes fecales y *Escherichia coli* en carne molida ordinaria empacada expandida en los supermercados de la Ciudad de Guatemala.
- 5.2.3 Verificar que la carne molida ordinaria empacada expandida en los supermercados de la Ciudad de Guatemala es segura para el consumidor por ausencia de *Salmonella spp.*
- 5.2.4 Corroborar que no haya adulteración en la carne molida ordinaria empacada expandida por los supermercados de la Ciudad de Guatemala expresado por ausencia de almidón y presencia de porcentaje de agua según el límite establecido.

## **6 HIPÓTESIS**

El presente trabajo no incluye hipótesis por ser investigación descriptiva.

## **7 MATERIALES Y MÉTODOS**

### **7.1 UNIVERSO (POBLACIÓN) Y MUESTRA.**

*Universo:* Carne molida ordinaria empacada.

*Muestra:* Carne molida ordinaria empacada que se expende en los supermercados de la Ciudad de Guatemala.

### **7.2 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS**

#### **7.2.1 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE NITRÓGENO**

##### **7.2.1.1 MATERIAL Y CRISTALERÍA**

- Parafina
- Probeta 50 mL, 100 mL
- Erlenmeyer
- Beaker
- Bureta
- Papel parafina
- Varilla de agitación
- Balón de fondo redondo
- Magnetos de agitación

##### **7.2.1.2 EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

- Matraz Kjeldhal capacidad no mayor de 800 mL
- Refrigerante
- Aparato calentador para la digestión
- Campana de extracción
- Balanza analítica
- Manta de calefacción
- Baño de maría
- Corning
- Estufa con agitador

### 7.2.1.3 REACTIVOS

- Sulfato de cobre
- Sulfato de potasio
- Ácido sulfúrico concentrado
- Solución de hidróxido de sodio, que contenga como mínimo 33 g de hidróxido de sodio (NaOH) por 100 g de solución, se disuelve de 450 g a 500 g de hidróxido de sodio en agua destilada, se enfría y se diluye a 1000 mL.
- Solución de ácido bórico, se disuelven 40 g de ácido bórico (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) en agua y se diluye a 100 mL.
- Solución valorada 0.1 N de ácido clorhídrico: la normalidad se debe determinar hasta la cuarta cifra decimal. Se prepara con 8.5 mL de ácido clorhídrico concentrado en 1000 mL de agua destilada.
- Solución indicadora de rojo de metilo y azul de metileno: se prepara disolviendo 2 g de rojo de metilo y 1 g de azul de metileno en 1000 ml de etanol al 95% (v/v); el cambio de color de esta solución indicadora se produce a un pH de 5.4. Se debe guardar en un frasco color ámbar y en un lugar oscuro y fresco.

### 7.2.1.4 PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN

#### 7.2.1.4.1 *ESTANDARIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN VALORADA 0.1 N DE ÁCIDO CLORHÍDRICO*

- Con probeta medir 10 mL de agua destilada
- Agregar agua destilada en Erlenmeyer
- Pesar 0.1500 g de carbonato de sodio
- Llenar bureta con solución preparada de ácido clorhídrico
- Valorar hasta color fucsia fuerte
- Calentar Erlenmeyer en estufa en baño de maría
- Valorar hasta que el color fucsia fuerte no desaparezca al calentarlo
- Calcular normalidad (N) con el siguiente modelo matemático:

$$N = \frac{\text{Peso del carbonato de sodio}}{52.99 \text{ mL gastados en valoración}}$$

#### **7.2.1.4.2 DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO**

- Pesar 1.5 g de la muestra, sobre un pedazo de papel parafinado
- Se transfiere al matraz Kjeldahl la muestra pesada incluyendo el papel
- Luego se agregan 15 g de sulfato de potasio y 0.5 g de sulfato de cobre
- Se agregan 25 mL de ácido sulfúrico y se mezcla poco a poco el líquido; se añade un trocito de parafina para reducir la formación de espuma durante la digestión.
- Se coloca el matraz en una posición inclinada en el aparato calentador para la digestión. Primero se calienta poco a poco hasta que la espuma haya cesado y el contenido se haya vuelto completamente líquido. Luego se hierve vigorosamente rotando ocasionalmente el matraz hasta que el líquido se haya vuelto completamente claro y de un color azul-verdoso, a partir de lo cual se continúa la ebullición durante unos 90 min.
- Se enfría a aproximadamente 40 °C y se agrega cuidadosamente 50 mL de agua, se mezcla y se deja enfriar a 25 °C.
- Aparte en un balón de base redondo con capacidad mayor de 250mL, se vierte 50 mL de solución de ácido bórico, se agregan 4 gotas de solución indicadora rojo-azul de metileno, se mezcla. Este balón servirá para recibir el destilado que pasará de azul a verde menta.
- Se transfiere el contenido del matraz de Kjeldahl en un balón para destilar y se diluye cuidadosamente con 200 mL de agua, se agita y se enfría; luego se agregan cuidadosamente 100 mL de solución de hidróxido de sodio a lo largo del cuello del matraz, colocando en posición inclinada, con el fin de que se formen dos capas. Si fuera necesario se agrega un mayor volumen de solución de hidróxido de sodio para alcanzar fuerte alcalinidad.
- En seguida se conecta el balón al condensador del aparato de destilación sobre una manta de calefacción, se conecta la fuente de calor y se mezcla completamente su contenido; se calienta hasta ebullición y se destilan por lo menos 150 mL de líquido, aunque la mezcla hierva irregularmente. Se continúa la destilación hasta que la mezcla comience a proyectarse o hasta que se hayan recogido 250 mL de destilado. Se debe estar seguro de que el destilado es efectivamente enfriado y evitar que la solución de ácido bórico se caliente.
- Se lava el extremo del condensador, interna y externamente empleando poca agua, la cual se recoge en el destilado.
- Se verifica la finalización de la destilación de amoníaco con un papel de tornasol rojo, mojado con agua destilada; su color no deberá ser afectado por el líquido que sigue fluyendo del condensador. Si este es el caso, se interrumpe la destilación desconectando la fuente de calor.

- Si se comprueba que la destilación es incompleta, se lleva a cabo una nueva determinación, siguiendo cuidadosamente las instrucciones.
- Se valora el contenido del destilado con la solución 0.1 N de ácido clorhídrico
- El ensayo en blanco se realiza siguiendo el mismo procedimiento sin usar muestra
- Calcular con el siguiente modelo matemático:

$$\% \text{ de Nitrógeno} = 0.014 \times (V_1 - V_0) N \times \frac{100}{m} \times 6.25$$

En la que:

$V_0$  = Volumen de solución 0.1 N de ácido clorhídrico gastado en el ensayo en blanco

$V_1$  = Volumen de solución 0.1 N de ácido clorhídrico gastado con la muestra

N = Normalidad exacta de la solución 0.1 N de ácido clorhídrico

m = Masa de la muestra (g)

## **7.2.2 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE GRASA Y AGUA**

### **7.2.2.1 MATERIAL Y CRISTALERÍA**

- Pyrex
- Cazuela de aluminio
- Papel kleenex
- Dedal de celulosa
- Beaker de Velp

### **7.2.2.2 EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

- Horno de convección de aire forzado
- Campana de extracción de humedad
- Aparato de Velp
- Porta dedal
- Campana desecadora
- Balanza analítica

### 7.2.2.3 REACTIVOS

- Petróleo de bencina

### 7.2.2.4 PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN

#### 7.2.2.4.1 DETERMINACIÓN DE MATERIA SECA PARCIAL –MSP–

- Identificar y pesar un pyrex como tara
- Desmenuzar la carne molida a un tamaño de 1 pulgada
- Colocar la carne molida desmenuzado en el pyrex
- Pesar la muestra en el pyrex previamente tarado e identificado
- Colocar en horno de convección de aire forzado entre 60 – 70 °C durante 24 a 72 horas
- Enfriar y pesar nuevamente el pyrex con la muestra
- Calcular MSP con el siguiente modelo matemático:

$$\text{MSP} = \frac{\text{Peso final de la muestra}}{\text{Peso inicial de la muestra}} \times 100$$

#### 7.2.2.4.2 DETERMINACIÓN DE MATERIA SECA TOTAL –MST–

- Tarar una cazuela de aluminio, debidamente identificada
- Pesar 3-5g de muestra seca en la cazuela de aluminio
- Introducir al horno a 105 °C durante 18 a 24 horas
- Enfriar en campana de extracción de humedad, por 30 minutos
- Pesar nuevamente la cazuela con muestra
- Calcular MST con la siguiente modelo matemático:

$$\text{MST} = \frac{\text{Peso final de la muestra}}{\text{Peso inicial de la muestra}} \times 100$$

#### 7.2.2.4.3 DETERMINACIÓN DE GRASA TOTAL

- Tarar un kleenex
- Pesar 2 g de muestra en el papel kleenex

- Enrollar la muestra dentro del kleenex y colocar en un dedal de celulosa
- Pesar un beaker de Velp
- Colocar 60 ml de bencina de petróleo en el beaker de Velp
- Encender el aparato de Velp y abrir la fuente de agua para que funcionen los condensadores
- Colocar el porta dedal en el aparato de Velp
- Usar el modo “inmersión” del aparato durante 60 minutos, luego cambiar al modo “lavado” durante 30 minutos, luego el modo “recuperar” durante 20 minutos
- Retirar el beaker del aparato de Velp
- Retirar el dedal de celulosa del aparato de Velp
- Secar el beaker que contiene la grasa, en horno a 60° C, durante 18 a 24 horas
- Enfriar el beaker en una campana desecadora, durante 30 minutos
- Pesar el beaker de Velp
- Calcular con el siguiente modelo matemático:

$$\% \text{ Extracto etéreo} = \frac{\text{Peso final beaker} - \text{peso inicial beaker}}{\text{Peso inicial muestra}} \times 100$$

### **7.2.3 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ALMIDÓN**

#### **7.2.3.1 MATERIAL Y CRISTALERÍA**

- Frasco cuentagotas
- Erlenmeyer 125 mL
- Tubos de ensayo
- Probeta 50 mL
- Varilla de agitación
- Espátula
- Pipeta
- Pipeteador
- Gradilla

### **7.2.3.2 EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

- Balanza semi-analítica
- Estufa
- Baño de maría

### **7.2.3.3 REACTIVOS**

- Solución yodo-yoduro: Se mezcla 1 g de perlas de yodos sublimado y 2 g de yoduro de potasio en 200 mL de agua.

### **7.2.3.4 PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN**

- Introducir 10 g de la muestra en un Erlenmeyer de 150 mL.
- Añadir 40 mL de agua destilada y hervir durante 5 min. Transcurrido este tiempo enfriar exteriormente el matraz en corriente de agua fría.
- Con pipeta de 10 mL atravesar la capa de grasa superior tomando 10 mL del líquido inferior, transvasándolo a un tubo de ensayo.
- Añadir 5 gotas de la solución yodo-yoduro.

### **7.2.3.5 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

- En presencia del almidón aparecerá una coloración azul – negra.

## **7.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

### **7.3.1 CUANTIFICACIÓN DE GRUPO COLIFORME, COLIFORMES FECALES, Y *Escherichia Coli***

#### **7.3.1.1 MATERIAL Y CRISTALERÍA**

- Frascos de Masson

- Pipetas graduadas de boca ancha
- Frascos Baeco
- Hielera
- Hielo seco
- Bolsas plásticas ziploc
- Aspas de licuadora
- Alcohol al 70%
- Cuchillos
- Tenedores
- Guates estériles
- Hisopo para luminómetro

#### **7.3.1.2 EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

- Baño María
- Autoclave
- Balanza
- Incubadora bacteriológica
- Cámara de Quebec
- Mechero de Bunsen
- Tips estériles de 100 a 1000 uL
- Refrigeradora
- Licuadora
- Termómetro
- Luminómetro
- Pipeteadora automática de 100 a 1000 uL

#### **7.3.1.3 REACTIVOS Y MEDIOS DE CULTIVO**

- Caldo lactosado
- Placas de Petrifilm® para recuento e identificación de grupo coliforme, coliformes fecales y *Escherichia coli*
- Tween 80

### **7.3.1.4 PROCEDIMIENTO PARA LA CUANTIFICACIÓN**

#### **7.3.1.4.1 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA**

- Esterilizar el material para el proceso de muestreo en autoclave a 120°C por 21 minutos
- Esterilizar el caldo lactosado en frascos Baeco
- Recolectar muestra y colocarla en bolsa estéril ziploc
- Colocar muestra en hielera, utilizando hielo seco para su transporte tomar temperatura de la muestra antes de colocarla en la hielera
- Congelar muestra en freezer a – 18 °C
- Descongelar muestra colocándola durante 24 horas en refrigeración
- Esterilizar área y verificar con el luminómetro utilizando el hisopo para luminómetro
- Encender el mechero de Bunsen para mantener esterilidad
- Pesar 25 g de muestra y agregar 3 gotas de tween 80
- Homogenizar en licuadora utilizando frasco de Masson los 10 g de muestra con 90 mL de agua peptonada al 0.1 % por dos minutos (dilución 1:10).
- A partir de la dilución anterior, con pipeteador agregar 1 mL de la dilución 1:10 a la placa de Petrifilm® para recuento e identificación de grupo coliforme, coliformes fecales y *Escherichia coli*
- Incubar en baño María las placas de Petrifilm a 35°C por 24 horas
- Observar las placas a las 48 horas y nuevamente a las 24 horas

#### **7.3.1.4.2 CUANTIFICACIÓN DE GRUPO COLIFORME**

- Cuantificar las colonias con precipitado rojo utilizando la cámara de Quebec
- Si existen más de 10 colonias en un cm<sup>2</sup>, cuantificar únicamente en 4 cuadros de placa
- Si existen menos de 10 colonias, cuantificar en 10 cuadros de la placa
- El resultado obtenido se multiplica por la dilución utilizada (1:10) y por el área de la placa (20 cm<sup>2</sup>)
- Reportar en Unidades Formadoras de Colonias por gramo (UFC/g)
- La cuantificación de coliformes totales será la sumatoria de todos los resultados

#### **7.3.1.4.3 CUANTIFICACIÓN DE COLIFORMES FECALES**

- Cuantificar las colonias con precipitado rojo asociado a gas utilizando la cámara de Quebec
- Si existen más de 10 colonias en un cm<sup>2</sup>, cuantificar únicamente en 4 cuadros de placa
- Si existen menos de 10 colonias, cuantificar en 10 cuadros de la placa
- Multiplicar el resultado obtenido por la dilución utilizada (1:10) y por el área de la placa (20 cm<sup>2</sup>)
- Reportar en Unidades Formadoras de Colonias por gramo (UFC/g)

#### **7.3.1.4.4 CUANTIFICACIÓN DE *Escherichia coli***

- Realizar conteo de las colonias con precipitado azul asociado a gas utilizando la cámara de Quebec
- Si existen más de 10 colonias en un cm<sup>2</sup>, cuantificar únicamente en 4 cuadros de la placa
- Si existen menos de 10 colonias en un cm<sup>2</sup>, cuantificar en 10 cuadros de la placa
- Multiplicar el resultado obtenido por la dilución utilizada (1:10) y por el área de la placa (20 cm<sup>2</sup>)
- Reportar en Unidades Formadoras de Colonias por gramo (UFC/g)

### **7.3.2 DETERMINACIÓN DE *Salmonella spp***

#### **7.3.2.1 MATERIAL Y CRISTALERÍA**

- Hielera
- Espátula
- Cucharas estériles
- Cajas de Petri estériles
- Erlenmeyers
- Tubos para cultivo con tapón
- Tubos serológicos con tapón de rosca
- Pipeta estéril de boca ancha
- Pipeta estéril de 10 a 1000 uL
- Hielo seco
- Bolsas plásticas ziploc
- Hisopo para luminómetro
- Aspas de licuadora

- Frascos de Masson

### **7.3.2.2 EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

- Baño de María
- Autoclave
- Balanza
- Incubadora bacteriológica
- Mechero de Bunsen
- Asa de nicromo
- Refrigeradora
- Licuadora
- Termómetro
- Estufa
- Luminómetro

### **7.3.2.3 REACTIVOS Y MEDIOS DE CULTIVO**

- Caldo Rappaport-Vassiliadis.
- Agar MacConkey
- Agar Xilosa-Lisina-Desoxicolato
- Caldo lactosado

### **7.3.2.4 PROCEDIMIENTO PARA LA DETECCIÓN**

#### ***7.3.2.4.1 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA***

- Esterilizar el material para el proceso de muestreo en autoclave a 120°C por 21 minutos
- Recolectar muestra y colocarla en bolsa estéril
- Colocar muestra en hielera, utilizando hielo seco para su transporte tomar temperatura de la muestra antes de colocarla en la hielera
- Congelar muestra en freezer a – 18°C
- Descongelar muestra colocándola durante 24 horas en refrigeración
- Esterilizar área y verificar con el luminómetro utilizando el hisopo para luminómetro luego encender el mechero de Bunsen

- Pesar 25 g de muestra
- Añadir 225 mL de caldo lactosado como medio de pre-enriquecimiento a caja de Petri
- Homogenizar en licuadora utilizando frasco de Masson luego agregar a tubos serológicos con tapón de rosca utilizando pipeta de boca ancha
- Incubar de 35 a 37 °C por 18 a 24 horas
- Pipetear 1 mL de caldo lactosado para 9 mL de caldo de Rappaport-Vassiliadis (dilución 1:10)
- Incubar los caldos de Rappaport-Vassiliadis en baño de María a 42°C durante 24 horas
- Luego tomar una asada estéril de caldo Rappaport-Vassiliadis y efectuar un estriado en agar Xilosa-Lisina-Desoxicolato y agar *Salmonella-Shigella* en cajas de Petri
- Incubar todo a 35°C por 24 horas
- Observar las colonias características de *Salmonella spp* con presencia de ácido sulfhídrico típica de colonias color negro.

#### **7.3.2.4.2 INTERPRETACIÓN**

- Si es positivo realizar siembra en agar Tres-Azúcares-Hierro y en agar Lisina-Hierro
- Interpretar las placas de medio sólido
- Incubar por 24 horas a 37°C
- Reportar presencia o ausencia de *Salmonella spp*
- Colonias sospechosas realizar pruebas bioquímicas

#### **7.3.2.5 CONFIRMACIÓN BIOQUÍMICA**

Para la confirmación tomar de cada placa de Petri (2 placas de menor tamaño) de cada medio selectivo; utilizando al menos una colonia típica o sospechosa de *Salmonella* y 4 colonias más si la primera es negativa.

**TSI y LIA:** Picar suavemente el centro de la colonia con aguja de inoculación e inocular el TSI por punción en el fondo y estriar el pico de flauta.

Sin flamear inocular el LIA por punción en el fondo 2 veces y estriar el pico de flauta. Como la reacción de la lisina decarboxilasa es estrictamente anaeróbica, el LIA debe tener un fondo profundo (4 cm). Guardar las placas a 5°C - 8°C.

Incubar TSI y LIA a 35°C durante 24 h ± 2 h. Tapar los tubos sin apretar para mantener condiciones de aerobiosis y prevenir la excesiva producción de H<sub>2</sub>S.

Interpretación:

Las cepas de *Salmonella* típica producen:

**En TSI:** Resultado positivo si se observa color amarillo en el fondo y color morado o rojo en el pico de flauta. Existe gas y es variable la aparición de ácido sulfhídrico.

**En LIA:** Resultado positivo si se observa color purpura en el pico de flauta y fondo del tubo. La presencia de gas o de ácido sulfhídrico es variable.

No descartar los cultivos que producen decoloración en el fondo del tubo basándose solo en esta reacción. La mayoría de los cultivos de *Salmonella spp* producen H<sub>2</sub>S en LIA. (ANMAT, 2011, p.30).

Si el pico de flauta es de color rojo hay presencia de *Proteus spp*.

**Nota:**

Deben ser retenidos para confirmación bioquímica los cultivos que dan:

- Fondo alcalino (purpura) en LIA sin importar la reacción en TSI
- Fondo ácido (amarillo) en LIA y pico de flauta alcalino (rojo) y fondo ácido (amarillo) en TSI.

Descartar como no *Salmonella* los cultivos que dan fondo ácido en LIA y pico de flauta y fondo ácidos en TSI (ANMAT, 2011, p.30).

#### **7.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Dada las características de la población, no es posible saber los volúmenes de producción (depende de su movimiento y disponibilidad), y además pueden variar de local a local. La muestra no puede representar estadísticamente a la población, por lo que se realizará un muestreo por conveniencia. Este será conformado de 5 réplicas de carne molida ordinaria empacada de 5 supermercados de la Ciudad de Guatemala.

El tipo de investigación será descriptivo por un periodo de tiempo de 5 semanas. Se realizará 5 muestreos 1 vez por semana. Cada muestreo consistirá en la recolección de 5 muestras siendo 1 muestra por cada supermercado. Será el mismo día de cada semana y en el mismo supermercado en donde se recolecto cada muestra.

Cada variable a medir tendrá un valor, el cual se comparará con el *Codex Alimentarius*, FAO y la Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica del INCAP/OPS-2012 para el contenido de proteínas y grasa; el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.54:10. Y con el RTCA 67.04.50:08 para grupo coliforme, coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Salmonella spp.*

Se clasificará como -cumple- o -no cumple- para muestras fisicoquímicas; y -apto- o -no apto- para muestras microbiológicas.

En cada variable cuantitativa se medirá la media. Y en cada variable cualitativa se medirá con signo positivo (+) si está presente y con signo negativo (–) si está ausente.

## 8 RESULTADOS

Se analizaron 25 muestras en total de carne molida ordinaria empacada que correspondieron a 5 muestras por supermercado. El muestreo se realizó en 5 supermercados de la Ciudad de Guatemala clasificándolos como supermercados A, B, C, D y E, respectivamente, las muestras fueron recolectadas una vez por semana del 9 de febrero 2014 al 9 de marzo del 2014. Dentro de los análisis realizados se determinó el porcentaje de proteínas, grasa y agua representado en tabla No.

**Tabla No. 1 Pruebas fisicoquímicas**

Supermercados		*Porcentaje Proteínas en 100 g	Dictamen	*Porcentaje Grasa en 100 g	Dictamen	*Porcentaje Agua en 100 g	Dictamen
A	Semana 1	17.09	Cumple	16.97	Cumple	76.12	No Cumple
	Semana 2	18.36	Cumple	15.03	Cumple	75.28	No Cumple
	Semana 3	19.67	Cumple	14.69	Cumple	73.73	No Cumple
	Semana 4	16.93	Cumple	26.59	Cumple	70.47	No Cumple
	Semana 5	16.01	No Cumple	42.81	No Cumple	74.25	No Cumple
	<b>Media</b>	<b>17.61</b>	<b>Cumple</b>	<b>23.22</b>	<b>Cumple</b>	<b>73.97</b>	<b>No Cumple</b>
B	Semana 1	13.19	No Cumple	44.80	No Cumple	54.47	Cumple
	Semana 2	16.07	No Cumple	37.06	No Cumple	69.43	No Cumple
	Semana 3	17.12	Cumple	36.58	No Cumple	67.37	No Cumple
	Semana 4	15.65	No Cumple	40.71	No Cumple	69.03	No Cumple
	Semana 5	17.72	Cumple	19.02	Cumple	68.62	No Cumple
	<b>Media</b>	<b>15.95</b>	<b>No Cumple</b>	<b>35.64</b>	<b>No Cumple</b>	<b>65.78</b>	<b>No Cumple</b>
C	Semana 1	16.29	No Cumple	28.87	No Cumple	80.18	No Cumple
	Semana 2	14.54	No Cumple	34.58	No Cumple	72.13	No Cumple
	Semana 3	17.44	Cumple	36.06	No Cumple	68.46	No Cumple
	Semana 4	15.50	No Cumple	33.26	No Cumple	71.40	No Cumple
	Semana 5	14.33	No Cumple	40.20	No Cumple	68.78	No Cumple
	<b>Media</b>	<b>15.62</b>	<b>No Cumple</b>	<b>34.59</b>	<b>No Cumple</b>	<b>72.19</b>	<b>No Cumple</b>
D	Semana 1	14.70	No Cumple	31.20	No Cumple	74.06	No Cumple
	Semana 2	17.36	Cumple	21.82	Cumple	72.39	No Cumple
	Semana 3	13.38	No Cumple	48.09	No Cumple	68.26	No Cumple
	Semana 4	16.86	Cumple	23.13	Cumple	72.46	No Cumple
	Semana 5	15.47	No Cumple	34.82	No Cumple	76.04	No Cumple
	<b>Media</b>	<b>15.55</b>	<b>No Cumple</b>	<b>31.81</b>	<b>No Cumple</b>	<b>72.64</b>	<b>No Cumple</b>
E	Semana 1	16.81	Cumple	34.33	No Cumple	68.05	No Cumple
	Semana 2	16.04	No Cumple	36.98	No Cumple	70.98	No Cumple
	Semana 3	17.85	Cumple	34.83	No Cumple	67.74	No Cumple
	Semana 4	17.94	Cumple	28.84	No Cumple	70.34	No Cumple
	Semana 5	18.11	Cumple	18.48	Cumple	67.38	No Cumple
	<b>Promedio</b>	<b>17.35</b>	<b>Cumple</b>	<b>30.69</b>	<b>No Cumple</b>	<b>68.89</b>	<b>No Cumple</b>

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio de bromatología y laboratorio de análisis aplicado USAC del 9 de febrero del 2014 al 9 de marzo del 2014.

\*Los datos obtenidos se compararon con criterios de evaluación para carne molida ordinaria basados en el *Codex Alimentarius*, FAO e INCAP/OPS considerando el mayor margen para cumplir con los mismos; recopilando lo siguiente:

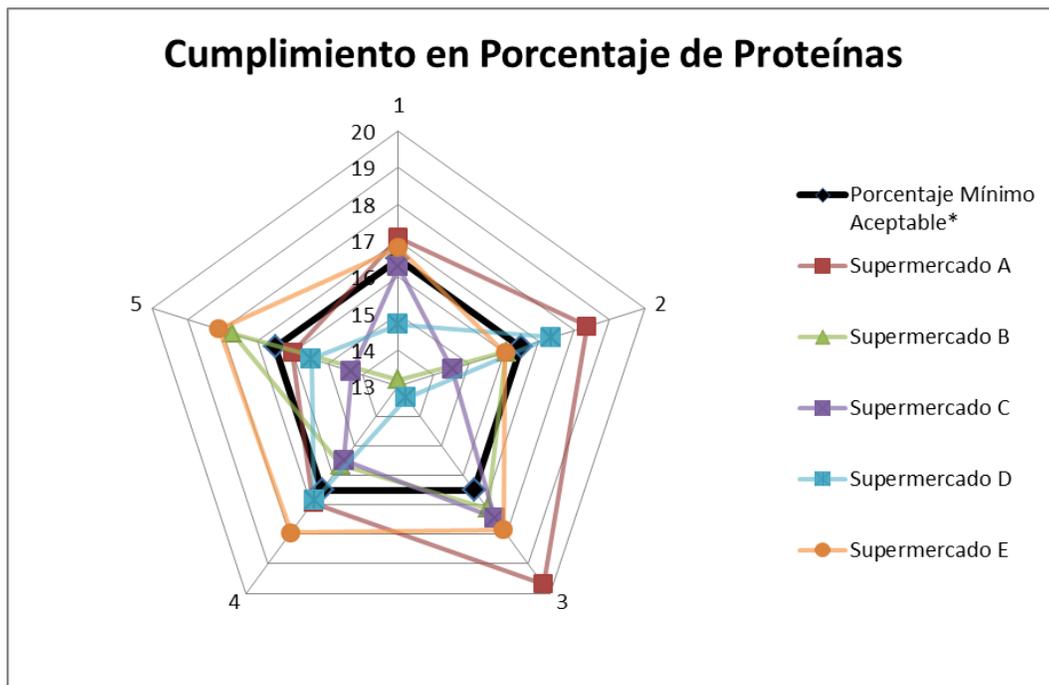
Porcentaje de Proteína mínimo 16.5

Porcentaje de Grasa máxima 28

Porcentaje de agua máxima 57.

Ilustrado para el cumplimiento del porcentaje de proteínas en gráfica No. 1, cumplimiento del porcentaje de grasa gráfica No. 2 y cumplimiento del porcentaje de agua gráfica No. 3 los cuales se basaron en el *Codex Alimentarius*, FAO y Tabla Nutricional INCAP/OPS-2012.

Gráfica No. 1



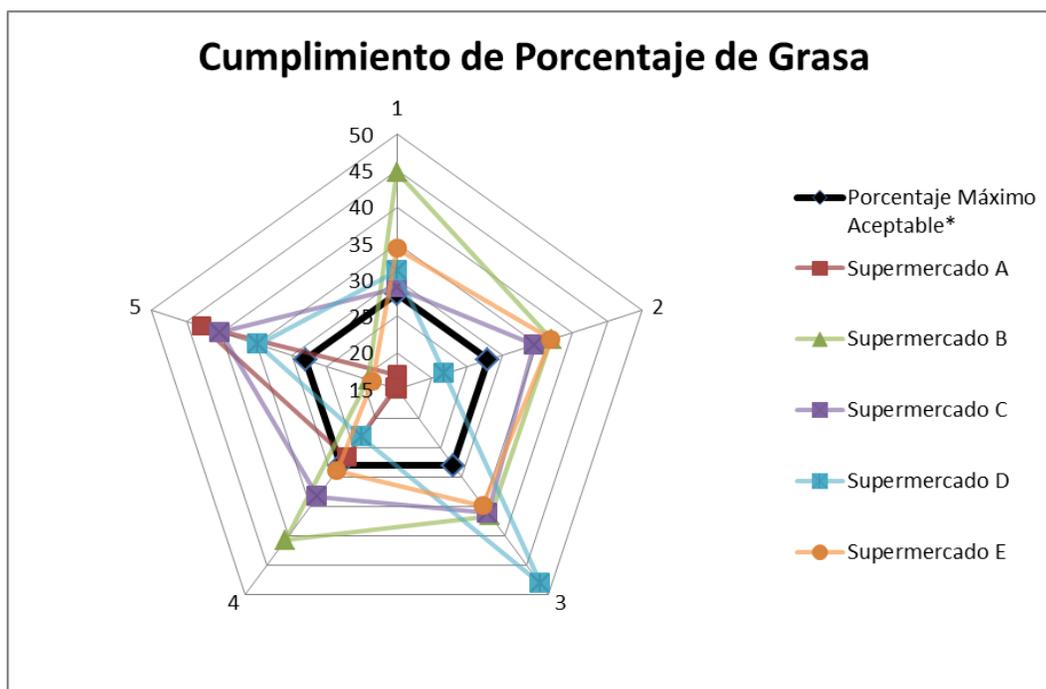
Fuente: Datos experimentales obtenidos en el laboratorio de Análisis Aplicado T-12 USAC del 9 de febrero del 2014 al 9 de marzo del 2014.

\*Nota: porcentaje mínimo aceptable por FAO

Para el porcentaje de proteínas se tomó un valor mínimo aceptable de 16.5% para su cumplimiento. El supermercado A cumplió con un 80% de muestras analizadas. Su mejor producto se presentó en la semana 3, siendo la muestra de mejor aceptabilidad de todos los supermercados.

En la semana 4 se expendió un producto de menor contenido de proteínas y un producto inaceptable para el consumidor final en la semana 5. El supermercado E al igual que el supermercado A, cumplió con un 80% de muestras analizadas. Su mejor producto se obtuvo en la semana 5 y no cumplió con el producto en la semana 2. Se consideró el supermercado con mayor estabilidad en su comercialización de producto final aceptable. De las muestras analizadas del supermercado D, el 40% cumplió. Su tendencia fue de cumplir con el valor mínimo aceptable una semana e incumplir en la siguiente. Presentó el segundo producto de menor aceptabilidad de todos los supermercados que se expendió al consumidor final en la semana 3. De igual forma, el 40% de muestras analizadas del supermercado B cumplieron con el valor mínimo requerido. Y presentó el producto de mayor inaceptabilidad en comparación de los demás supermercados para el consumidor final en la semana 1. Y el supermercado C cumplió con el 20% de muestras analizadas considerado como el supermercado en donde se comercializó la mayoría de productos inaceptables para el consumidor final. De los porcentajes recolectados de cada supermercado, se indicó que hay un 48% de probabilidad de consumir un producto inaceptable según lo establecido de porcentaje de proteínas.

Gráfica No. 2



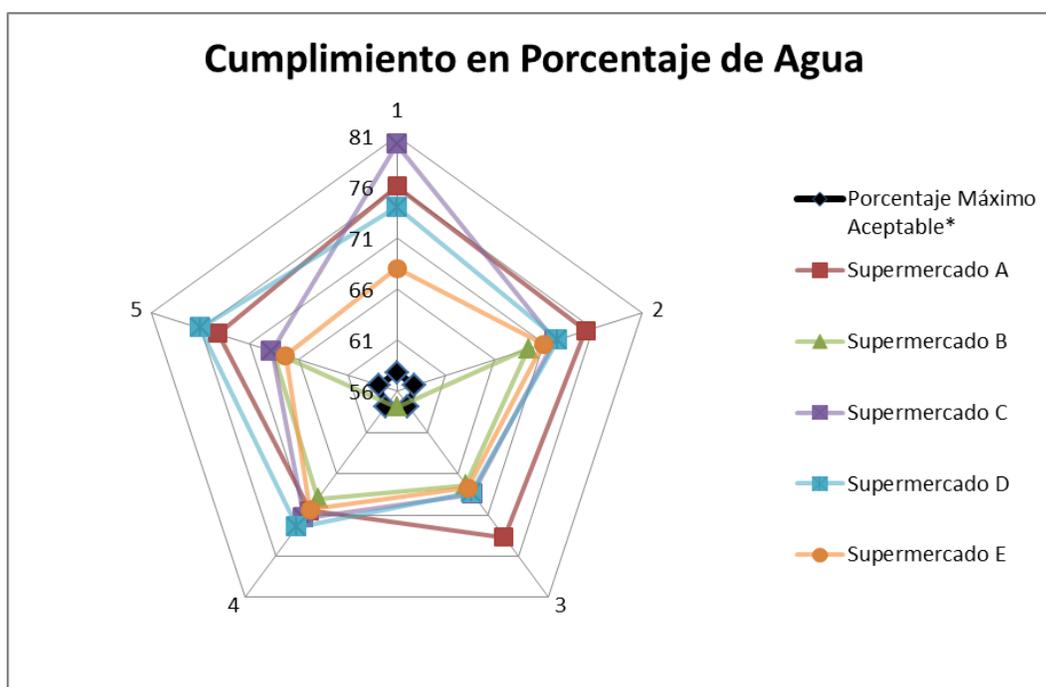
Fuente: Datos experimentales obtenidos en el laboratorio de Bromatología M-6 USAC del 9 de febrero del 2014 al 9 de marzo del 2014.

\*Nota: porcentaje máximo aceptable por FAO

Para el análisis de grasa, el valor máximo considerado fue de 28% para su cumplimiento, lo cual se aprecia en la gráfica No.2. El supermercado A tuvo el mayor cumplimiento de muestras analizadas, siendo el 80%. Los productos expendidos en las semanas 1, 2 y 3 cumplieron con un bajo valor en grasa. El 40% de muestras analizadas del supermercado D cumplieron con el porcentaje de grasa máximo permitido. Cabe destacar que, el supermercado D obtuvo la muestra de mayor inaceptabilidad para el porcentaje de grasa de todos los supermercados expendida en la semana 3. El supermercado E cumplió con un 20% de muestras analizadas al igual que en supermercado B. Y el supermercado C no cumplió ninguna de las muestras analizadas, ya que se obtuvieron valores por encima del considerado de grasa. Al evaluar todas las muestras por su contenido de grasa, se consideró una probabilidad del 52% de consumir un producto inaceptable.

Se comparó las 25 muestras relacionando proteínas y grasa. Con lo cual se obtuvo el siguiente orden de supermercados según la mejor relación: supermercado A, seguido por el supermercado E, D, B y C. Indicando que el supermercado A tiene una mayor probabilidad para consumir un producto con valores aceptables y el supermercado C tiene una mayor probabilidad para consumir un producto con valores inaceptables.

Gráfica No. 3



Fuente: Datos experimentales obtenidos en el Laboratorio de Bromatología M-6 USAC del 9 de febrero del 2014 al 9 de marzo del 2014.

\*Nota: porcentaje máximo aceptable por INCAP/OPS-2012

El valor máximo de agua considerado aceptable fue de 57.83%, esto se cumplió en la semana 1 del supermercado B e incumpliendo el resto de las muestras. Indicando que el 96% de todas las muestras analizadas no cumplió con dicho porcentaje. Por lo que el consumidor tiene un 96% de probabilidad de consumir un porcentaje mayor de agua que lo permitido. En cuanto a los supermercados de donde se analizaron las muestras, ninguno cumple con los análisis fisicoquímicos en su totalidad.

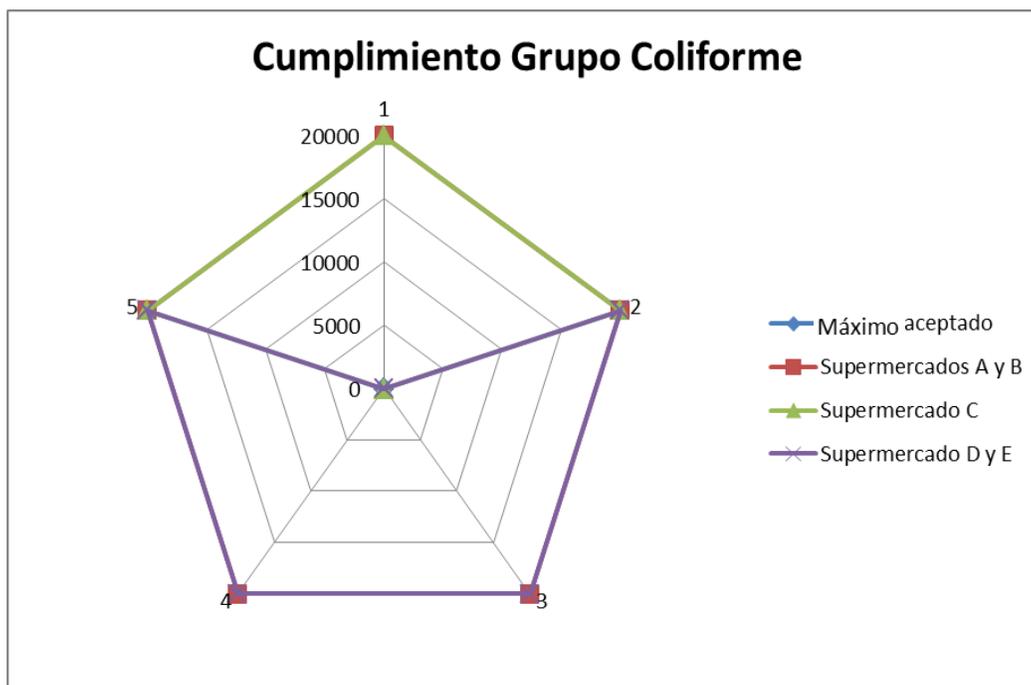
Asimismo, en las 25 muestras recolectadas, se realizó un análisis microbiológico de grupo coliforme, coliformes fecales y *Escherichia coli*, presentado en tabla No. 2, para verificar que los valores estuvieran dentro de lo permitido según el RTCA 67.04.50:08. El reglamento indica que un alimento cárnico o producto cárnico es apto para el consumo humano si posee un valor < 3 UFC/g para *Escherichia coli* y que un valor máximo de 93 UFC/g para coliformes fecales. Ilustrado también en gráfica No. 4.

**Tabla No. 2 Pruebas microbiológicas para grupo coliforme**

Supermercados		*Grupo Coliforme en 25 g	*Coliformes Fecales en 25 g	* <i>E. coli</i> en 25 g
A	Semana 1	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g
	Semana 2	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g
	Semana 3	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g
	Semana 4	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g
	Semana 5	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g
<b>Media</b>		>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g
B	Semana 1	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g
	Semana 2	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g
	Semana 3	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g
	Semana 4	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g
	Semana 5	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g
<b>Media</b>		>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g
C	Semana 1	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g
	Semana 2	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g
	Semana 3	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	<20 UFC/g
	Semana 4	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	31 UFC/g
	Semana 5	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g
<b>Media</b>		>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g
D	Semana 1	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	<20 UFC/g
	Semana 2	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g
	Semana 3	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g
	Semana 4	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g
	Semana 5	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g
<b>Media</b>		>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g
E	Semana 1	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	<20 UFC/g
	Semana 2	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g
	Semana 3	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g
	Semana 4	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g
	Semana 5	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g
<b>Media</b>		>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g	>2.0x10 <sup>4</sup> UFC/g

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio de control microbiológico de alimentos USAC del 10 de febrero del 2014 al 10 de marzo del 2014.

Gráfica No. 4



Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio de control microbiológico de alimentos USAC del 10 de febrero del 2014 al 10 de marzo del 2014.

En el supermercado C se expendió carne molida empacada durante la semana 3 y 4 con un valor de *Escherichia coli* <20 UFC/g y 31 UFC/g respectivamente. Para grupo coliforme y coliforme fecales se cuantificó  $>2.0 \cdot 10^4$  UFC/g, siendo el mismo valor para todos los análisis durante las semanas 1, 2 y 5. El Supermercado D y E expendió carne molida empacada durante la semana 1 con valores de <20 UFC/g solo para *Escherichia coli* y el resto fue  $>2.0 \cdot 10^4$  UFC/g así como en las semanas 2 a la 5 para los tres análisis. De la carne molida empacada expendida en los supermercados A y B, durante el tiempo de muestreo se determinó una cuantificación de  $>2.0 \cdot 10^4$  UFC/g de grupo coliforme, coliforme fecales y *Escherichia coli*. En conclusión, ningún supermercado cumplió con el valor establecido por el RTCA 67.04.50:08 para el grupo coliforme, coliformes fecales y *Escherichia coli*.

En la tabla No. 3 se muestra las 25 muestras analizadas para *Salmonella spp.* Cuatro muestras fueron no aptas para el consumo humano. Esto refleja que el 16% de la carne molida empacada expendida no cumplió con el RTCA 67.04.50:08. Representando un peligro para la salud humana.

El RTCA 67.04.50:08 indica que el microorganismo de *Salmonella spp* debe estar ausente para evitar riesgos asociados que afectan la salud del consumidor. Durante el estudio, se determinó que el consumidor estuvo en riesgo durante la semana 2 en el supermercado D y durante la semana 2 y 4 en el supermercado C. Además, el supermercado A presentó riesgo por posible presencia de *Proteus* durante la semana 2.

**Tabla no. 3 Pruebas microbiológicas para *Salmonella spp***

Supermercados		<i>Salmonella spp</i>
A	Semana 1	-
	Semana 2	Possible <i>Proteus</i>
	Semana 3	-
	Semana 4	-
	Semana 5	-
B	Semana 1	-
	Semana 2	-
	Semana 3	-
	Semana 4	-
	Semana 5	-
C	Semana 1	-
	Semana 2	+
	Semana 3	-
	Semana 4	+
	Semana 5	-
D	Semana 1	-
	Semana 2	+
	Semana 3	-
	Semana 4	-
	Semana 5	-
E	Semana 1	-
	Semana 2	-
	Semana 3	-
	Semana 4	-
	Semana 5	-

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio de control microbiológico de alimentos USAC del 10 de febrero del 2014 al 10 de marzo del 2014.

Todas las muestras cumplieron con el RTCA 67.04.54:10 por ausencia del contenido de almidón, índice de adulteración, durante el tiempo de recolección de muestras. No obstante hubo adulteración por adición de agua que sobrepasó el límite máximo permitido según INCAP/OPS-2012 lo que indicó fraude del peso reportado en etiqueta (ver tabla no. 1 y gráfica no. 3)

**Tabla no. 4 Prueba almidón**

Supermercados		Almidón en 100 g	Dictamen
A	Semana 1	-	Cumple
	Semana 2	-	Cumple
	Semana 3	-	Cumple
	Semana 4	-	Cumple
	Semana 5	-	Cumple
B	Semana 1	-	Cumple
	Semana 2	-	Cumple
	Semana 3	-	Cumple
	Semana 4	-	Cumple
	Semana 5	-	Cumple
C	Semana 1	-	Cumple
	Semana 2	-	Cumple
	Semana 3	-	Cumple
	Semana 4	-	Cumple
	Semana 5	-	Cumple
D	Semana 1	-	Cumple
	Semana 2	-	Cumple
	Semana 3	-	Cumple
	Semana 4	-	Cumple
	Semana 5	-	Cumple
E	Semana 1	-	Cumple
	Semana 2	-	Cumple
	Semana 3	-	Cumple
	Semana 4	-	Cumple
	Semana 5	-	Cumple

Fuente: Datos obtenidos laboratorio de análisis aplicado USAC del 10 de febrero del 2014 al 10 de marzo del 2014.

## 9 DISCUSIÓN

En el presente estudio se evaluaron parámetros fisicoquímicos (porcentajes de proteínas, grasa y agua libre y presencia de almidón) y microbiológicos (grupo coliforme, coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Salmonella spp*) en carne molida ordinaria que se encuentra empacada dentro de los supermercados de la Ciudad de Guatemala. Corroborando de esa manera la calidad e inocuidad de la carne reflejado en el cumplimiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos establecidos por el *Codex Alimentarius*, FAO, INCAP/OPS y RTCA revisado en junio 2014.

El Código de Salud Artículo 128 Del Derecho de la población, establece que: “*Todos los habitantes tienen derecho a consumir alimentos inocuos y de calidad aceptable. Para tal efecto el Ministerio de Salud y demás instituciones del Sector, dentro de su ámbito de competencia, garantizarán el mismo a través de acciones de prevención y promoción*”.

Los resultados fisicoquímicos manifestaron que sólo el 52% de la población de la Ciudad de Guatemala consumió carne molida empacada con un valor nutricional aceptable de proteínas (ver tabla No. 1 y gráfica No. 1). Para el resto de la población, su consumo fue deficiente, lo que aumentó en ellos el riesgo a padecer enfermedades nutricionales por desnutrición proteica energética. Dentro de éstas se destacan el Marasmo, el Kwashiorkor y el enanismo nutricional entre otros. La calidad nutritiva está asociada directamente al contenido y calidad de proteínas. (Zumbado, 2002, p. 222)

Solo el 48% de la población de la Ciudad de Guatemala consumió carne molida empacada que no excedió el límite de porcentaje de grasas. Dado que algunos productos tenían descrito el porcentaje de grasa en su etiqueta, no todos cumplieron con lo descrito. Lo que implicó un engaño para el consumidor final. Cabe destacar que el consumo elevado de grasas para el 52% de la población aumentó el riesgo de obesidad en la población además de los riesgos asociados como enfermedades cardiovasculares, apneas entre otros. Desde un punto de vista bromatológico y tecnológico trabajar con este tipo de producto genera pérdidas ya que el porcentaje de grasas es tan elevado que disminuye el porcentaje de rendimiento del alimento.

La variación del cumplimiento de los valores establecidos por las normativas entre semanas de análisis por supermercado se representa en las gráficas No. 1 y No. 2. Los posibles factores que influyeron en esta variabilidad son: La existencia de diferentes proveedores en los 5 supermercados seleccionados presentando variación del cumplimiento con los requisitos mínimos para la

distribución de un producto final adecuado; Inestabilidad por parte del proveedor con el cumplimiento de normativas; Deficiencia en el control de la cadena de distribución; Manejo inadecuado dentro del supermercado para la elaboración y almacenamiento del producto final; Insalubridad de los rastros.

Es evidente la importancia de que la documentación, tenga trazabilidad en donde se manifieste cuáles son los puntos críticos desde su procedencia, manejo, manipulación, elaboración y almacenamiento e implementar acciones correctivas y preventivas. Llevar un control de proveedores seleccionando aquellos que cumplen con la estabilidad de valores dentro del rango de referencia y verificar la selección de proveedores para cumplir con las normas establecidas. Esto, con el fin de garantizar al consumidor final que el producto que consume cumple con el control de calidad según reglamentos certificados. La calidad de la carne se inicia desde las condiciones del vacuno *ante-mortem* y *post-mortem*, lo que incluye edad, raza, sexo, alimentación estado físico y la intensidad de estrés generado durante el sacrificio y condiciones del rastro donde se realiza.

El 96% de las muestras no cumplió con el contenido de agua libre sobrepasando el límite máximo establecido. Por lo que la población consumió una mayor proporción de agua que lo reglamentario. El porcentaje de agua de un alimento influye en su frescura y dilución de nutrientes habiendo una relación agua/proteína que influye en la capacidad de retención de agua la cual disminuye conforme aumenta esta relación. El sobrepasar el límite establecido interviene de forma negativa en su valor nutricional además de crear un ambiente favorable para la proliferación de microorganismos. Ya que, en este caso, la carne por ser molida proporciona una mayor superficie de contacto que provee los nutrientes necesarios para el microorganismo. En la industria alimenticia, se utilizan sales de tripolifosfato denominados retenedores de agua por aumentar el porcentaje de agua, es decir, aumentan la capacidad de retención de agua, asimismo, emulsifican la grasa, disminuyen las pérdidas de proteínas durante la cocción y reducen el encogimiento. Sin embargo, su utilización puede enmascarar defectos de elaboración como el empleo de carnes de baja calidad y el uso excesivo de grasas. Estos en exceso, reaccionan con algunos ácidos grasos libres, por saponificación, dando al producto cárnico un desagradable olor y sabor a jabón. (Ramírez, 2009, s.p) Sin descartar que al agregar agua, se agrega peso adicional con ninguna propiedad alimenticia. Se recomienda verificar el porcentaje de sales de tripolifosfatos adicionadas con el fin de disminuir el uso de carne de baja calidad.

La tabla No. 2 y gráfica No. 4 muestran la contaminación microbiológica presente por grupo coliforme, coliformes fecales y *Escherichia coli*. Lo que puso de manifiesto el potencial de contaminación fecal, la presencia de patógenos y la contaminación post tratamiento térmico. Manifestando deficiencia de buenas prácticas higiénicas que incluye higiene personal, uso de carne contaminada, empleado enfermo (portador asintomático), contaminación cruzada por el uso inadecuado de utensilios, lavado incorrecto de manos, por manejo inapropiado de variedad de comida o, contaminación directa durante su elaboración o faenado. (Martínez, 2004, pp. 97,99) Se debe mencionar que durante la recolección de muestras, se obtuvieron muestras ya vencidas y en algunos casos se halló un déficit con la temperatura de refrigeración lo que aumentó el riesgo microbiológico disminuyendo su inocuidad. La *Escherichia coli* puede dañar las paredes del intestino y puede causar otros síntomas incluyendo, náusea, calambres abdominales severos, diarrea aguada o muy sanguinolenta, cansancio y posible vómito. (Hoja informativa sobre las enfermedades transmitidas por alimentos, 2005, p. 3) El 84 % de la población estuvo en riesgo por presencia y sobresaturación de grupo coliforme, coliformes fecales y *Escherichia coli*.

Además, el 16% de la población consumió carne molida ordinaria empacada durante la recolección de muestras, contaminada por *Salmonella spp* y por posible *Proteus* (ver tabla no. 3). El *Proteus* provoca alteración en alimentos iniciando la putrefacción en condiciones adecuadas para el microorganismo. Libera olores característicos y estimula el color verde en carnes por descomposición de la materia durante el almacenamiento de la carne. Luego del proceso de maduración después del sacrificio del bovino, las instalaciones en condiciones no apropiadas y un procedimiento no adecuado para la conservación de las carnes traerán alteraciones en las mismas iniciando la putrefacción por microorganismos del género *Proteus* alterando las propiedades organolépticas de la carne. Por lo que para prevenir dicho efecto se debe considerar el estado de las instalaciones además de tener las condiciones adecuadas durante el sacrificio del bovino y el método de conservación utilizado en forma apropiada a temperatura debajo de 0 °C. Otro tema a considerar es el estado bovino como edad, alimentación, embarazo, lactancia y castración. Por otro lado, unos cuantos serotipos de *Salmonella* también pueden originar septicemia (infección de la sangre) y fiebre entérica o tifoidea, una enfermedad caracterizada por infección sistémica y por fiebre alta que dura varias semanas. Las personas pueden llegar a liberar el microorganismo durante meses o incluso años como transportadores crónicos. (Madigan y otros, 2009, p. 1174) En carne molida se debe evitar el comerla a término medio debido a la resistencia de temperatura de la *Salmonella spp*, por lo que se recomienda su cocción a una temperatura mayor a 70 °C durante 10 minutos para eliminarla por completo. Debido a la facilidad de proliferación a temperatura cálida en

ambientes adecuados es importante evitar la contaminación cruzada entre utensilios utilizados en alimentos crudos contaminados con alimentos listos para su consumo.

Sabiendo que existen alimentos que por su naturaleza, composición, proceso, manipulación y población a la que va dirigida, tienen una alta probabilidad de causar daño a la salud como es el caso de la carne, el velar por el aseguramiento de la calidad por parte del proveedor, durante su distribución y dentro del supermercado reduciría el grado de peligrosidad. Una capacitación adecuada y continua dirigida al personal de trabajo para el manejo, manipulación y almacenamiento de carne molida ordinaria empacada favorecerían en la obtención de un producto final inocuo. El informar a la población a que tomen medidas preventivas a la hora de la preparación de alimentos que incluyan carne molida empacada contribuirá al cumplimiento de la reglamentación y el Código de Salud.

Dentro de los aditivos utilizados en la industria alimenticia están los sulfitos. Estos ayudan a mejorar el aspecto y dar impresión de mayor frescura, para la aceptación del consumidor, pues inhiben las reacciones de oscurecimiento producidas por ciertas enzimas. Una de las funciones principales de los aditivos es hacer posible la disponibilidad de alimentos fuera de temporada. El uso de preservantes se hace necesario ya que retardan la fermentación, enmohecimiento o putrefacción del alimento causado por los microorganismos. El uso indiscriminado o el incumplimiento de normas que indican la restricción de preservantes en ciertos alimentos son considerados como fraude al engañar al comprador con respecto a la calidad. (Muñoz, 2007, pp. 6, 8, 10, 33) Aunque la carne molida no debe contener sulfitos según normas COGUANOR un estudio realizado por Muñoz, M. en el 2007, de la Universidad de San Carlos de Guatemala por parte de la Dirección General de Investigación se determinó que las personas que preparaban embutidos artesanales no cumplían con lo establecido. Se indicó que debido a los niveles o concentraciones de sulfitos obtenidos no había una medida exacta a utilizar durante la elaboración de embutidos artesanales observando que la cantidad de sulfitos estaba relacionada con las características organolépticas de la carne de los embutidos. Debido a la calidad de la carne encontrada en este estudio se hace necesario para futuras investigaciones el realizar la determinación de sulfito basándose en los resultados de la investigación mencionada.

Cabe mencionar, que ninguna muestra presentó almidón indicando que no existe adulteración por este (ver tabla No. 4). Sin embargo, el porcentaje de agua que sobrepasa el límite establecido indica que existe una adición inapropiada de aglutinantes en el alimento que retiene el agua. El peso

del agua aumenta el peso final del producto por lo que el sobrepasar el límite se aumenta el peso final de forma ilícita engañando al consumidor. A la vez, es un fraude en cuestión de precios. Se debe asegurar que el peso descrito en la etiqueta esté considerado bajo los reglamentos establecidos y que el precio sea coherente con el peso del producto final para evitar posibles fraudes. La importancia del agua radica en solubilizar proteínas, otorgar una consistencia jugosa, textura, suavidad, color de la carne cruda, regulación de pH y regular la temperatura durante el picado. La adición de agua puede ser entre un 5 % a un 20 % con la importancia que cumpla con el porcentaje del contenido de proteínas. (Wirth, 1992, p. 56) Asimismo, aunque la actividad del agua ( $a_w$ ) es importante para la predicción de la estabilidad de los alimentos la velocidad de muchos cambios deteriorativos se ha relacionado con este parámetro. (Badui, 2006, p.38) De la cantidad de agua disponible así será el crecimiento microbiano y la producción de toxinas, además de la resistencia al calor de los microorganismos. Relacionándose también con los resultados obtenidos para grupo coliforme, coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* Por lo tanto, un reajuste en el control durante el proceso de manufactura y almacenamiento del producto final como la evaluación para realizar la acción correctiva incrementará el porcentaje de un consumo aceptable para la población. Es importante la participación y cumplimiento de los programas gubernamentales para evitar las acciones de una comercialización desleal que defrauda al consumidor a través de precios altos por productos adulterados y evitar riesgos a la salud por el aumento por la proliferación de microorganismos que contrae la adición de agua de forma inadecuada.

La población al consumir productos de calidad inaceptable e inocuidad deficiente incrementa gastos hospitalarios innecesarios desencadenando enfermedades crónicas. Además que no permite que el país sea apto para comercializar el producto tanto local como internacionalmente.

De acuerdo con los resultados obtenidos tanto fisicoquímicos como microbiológicos, al comparar entre los supermercados, el supermercado A posee la mejor calidad y el supermercado E posee la mejor inocuidad, para que un alimento sea aceptable a nivel comercial este deberá tener ambas características: calidad e inocuidad. No obstante todos los supermercados están en inconformidad con el cumplimiento de los reglamentos establecidos para la calidad e inocuidad que el consumidor tiene derecho a recibir. Es substancial el mencionar que tanto los supermercados como el Estado están obligados por la Constitución Política de Guatemala y el Código de Salud a cumplir con los artículos descritos que conciernen a la salud de la población.

La Constitución Política de Guatemala Artículo 96. Control de calidad de productos, declara lo siguiente: *El Estado controlará la calidad de los productos alimenticios, farmacéuticos, químicos y de todos aquellos que puedan afectar la salud y bienestar de los habitantes.* Los resultados de esta investigación determinaron la cuantificación elevada de *Escherhicia coli* y *Salmonella spp* además de un posible *Proteus* que no cumplieron con el RTCA 67.04.50:08. Además dice que: “*Velará por el establecimiento y programación de la atención primaria de la salud, y por el mejoramiento de las condiciones de saneamiento ambiental básico de las comunidades menos protegidas.*” Por lo que se debe revisar el estado de las instalaciones de los rastros para prevenir los riesgos de salud hacia la población. Y Artículo 99 declara lo siguiente: Alimentación y nutrición. *El Estado velará porque la alimentación y nutrición de la población reúna los requisitos mínimos de salud. Las instituciones especializadas del Estado deberán coordinar sus acciones entre sí o con organismos internacionales dedicados a la salud, para lograr un sistema alimentario nacional efectivo.* Los resultados obtenidos en esta investigación muestran una no conformidad para un sistema nacional efectivo (ver tablas y gráficas de esta investigación). Por lo que es importante una participación activa de las instituciones especializadas dedicadas a la salud para una acción correctiva pertinente.

## 10 CONCLUSIONES

- 10.1 Los porcentajes de proteínas, grasa y agua contenidos en un 48 %, 52 % y 96 % de las muestras respectivamente de carne molida ordinaria analizadas no cumplieron con lo establecido en el *Codex Alimentarius*, FAO y Tabla de Composición de Alimentos Centroamericanos del INCAP/OPS-2012.
- 10.2 Se excedió en todas las muestras la cuantificación para el grupo coliforme, coliforme fecales y *Escherichia coli* de acuerdo a los valores permitidos por el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08 en la carne molida ordinaria empacada expandida en los supermercados durante el tiempo de muestreo.
- 10.3 En un 12 % de la carne molida ordinaria empacada evaluada no fue segura para el consumidor por presencia de *Salmonella spp* según RTCA 67.04.50:08.
- 10.4 Se determinó en un 4 % de muestras analizadas la presencia de posible *Proteus* durante el muestreo.
- 10.5 Aunque no hubo adulteración por almidón, sí lo hubo por exceso en el porcentaje de agua dando lugar al engaño y fraude al consumidor.

## 11 RECOMENDACIONES

- 10.6 Se considera indispensable la participación activa de entidades gubernamentales, específicamente del: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social –MSPAS-, como responsable del cumplimiento de la reglamentación vigente en el país, en los procesos de monitoreo de alimentos semi-procesados.
- 10.7 Se hace necesario que las autoridades correspondientes evalúen constantemente el estado de los rastros donde se faenan las reses como parte de la cadena de suministro de los supermercados, y realizar auditorías internas y externas exigiendo las mejoras continuas en los rastros.
- 10.8 Es importante que los supermercados evalúen y verifiquen los puntos críticos como temperaturas, higiene, conservación durante la cadena de proceso, manejo, manipulación y almacenamiento tomando acciones correctivas y evitar el apareamiento de cepas de *Proteus* y así lograr el cumplimiento del RCTA 67.04.50:08 a través de revisiones periódicas y poder descartar de forma apropiada y en tiempo el producto caducado. Esto incluye el verificar el cumplimiento de la normativa vigente por parte de los proveedores.
- 10.9 Los usuarios al momento de cocinar carne molida se recomienda que sea completamente a una temperatura de 71 °C, para lograr descartar cualquier patógeno que pudiere existir en el producto.

## 12 REFERENCIAS

Alba, C., Díaz, M., Duran, E., Duran, F., Guerrero, K.,... Duran, J. (2008). Ciencia, tecnología e industria de alimentos. Bogotá, Colombia: Grupo Latino Editores.

ANMAT. Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. (2011). Análisis Microbiológico de los Alimentos. Metodología Analítica Oficial. Microorganismos Patógenos. (1). Ministerio de Salud Presidencia de la Nación: Argentina.

Arévalo, H. (2003). Determinación de *Salmonella spp.* y *Shigella spp.* en carne y vegetales crudos empleados como materia prima en las cafeterías de la Ciudad Universitaria. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Badui, S. (2012). La ciencia de los alimentos en la práctica. España: Pearson.

Behr Labor-Technik. (s.f). Extraccion.es. Alemania: Behr Labor-Technik GmbH.

Britanialab. (2010). Rappaport Vassiliadis Caldo. Argentina: Laboratorios Britana S.A

Castillo, E. (2007). Determinación del contenido de coliformes fecales y *E. coli* en porciones de Almuerzos que venden en cafeterías formales e informales de 10 centros Regionales de la Universidad de San Carlos de Guatemala. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

*Codex Alimentarius*. (2008). Producción de Alimentos de Origen Animal. (1ra ed.). FAO/OMS: Roma, Italia.

*Codex Alimentarius*. (1990). Informe de la 15ª reunión del Comité del Codex sobre productos cárnicos elaborados. FAO/OMS: Roma, Italia.

Código de Salud Guatemala Decreto No 90 – 97. Artículo 128 Del derecho de la población.

Colombia. Proyecto de Norma Técnica Colombiana. NTC 1325. (s. f) Productos cárnicos no enlatados. Industrias Alimentarias.

Colombia. Secretaria Distrital de Salud de Bogotá. Dirección de Salud Pública. (s.f) Enfermedades Transmitidas por Alimentos.

Duran, F. (2007). Volvamos al campo manual del ingeniero de alimentos. Colombia: Grupo latino Ltda.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2007). Buenas prácticas para la industria de la carne. Producción y sanidad animal. Manual. Roma: Fundación Internacional Carrefour.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2013). Carnes y productos cárnicos. Recuperado de <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/home.html>.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2014). Composición de la Carne. Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor. Producción y Sanidad Animal. Recuperado de: [http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr\\_composition.html](http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_composition.html)

FAO/OMS. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/ Organización Mundial de la Salud. (2003) Garantía de la inocuidad y calidad de los alimentos: Directrices para el fortalecimiento de los sistemas nacionales de control de los alimentos. Roma, Italia.

FENNEMA. (2008). Química de los Alimentos. (3). España: ACRIBA, S.A

Guatemala. Norma COGUANOR NGO. Norma Guatemalteca Obligatoria. 34 130:94 1ra Revisión. (1994). Carne y productos cárnicos. Embutidos cocidos, ahumados y cocidos y ahumados. Especificaciones.

Guatemala. Norma COGUANOR NGO. Norma Guatemalteca Obligatoria. 34 125 h12. (1982). Carne y productos cárnicos. Análisis microbiológicos. Detección de *Salmonella*.

- Guatemala. Norma COGUANOR NGO Norma Guatemalteca Obligatoria. 34 – 125 h4. (1997).  
Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de grasa total.
- Guatemala. Norma COGUANOR NGO. Norma Guatemalteca Obligatoria. 34 – 125 h2. (1997).  
Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de nitrógeno.
- Gutiérrez, J. (2000). Ciencia Bromatológica. Principios generales de los alimentos. México: Díaz de Santos, S.A.
- Hoja informativa sobre las enfermedades transmitidas por alimentos. (2005) Departamento de Seguros de Texas, División de Compensación para Trabajadores (TDI, DWC) Texas, Estados Unidos. Recuperado de <http://www.tdi.texas.gov/pubs/videoresourcessp/spfsfoodborne.pdf>.
- IBS Alimentaria. (2011). Los riesgos de la carne picada. Recuperado de <http://www.ibsalimentaria.com/content/los-riesgos-de-la-carne-picada>.
- INCAP/OPS. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá/Organización Panamericana de la Salud. (2012). Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica. (2). Guatemala: Serviprensa S.A.
- JP SELECTA S.A. Fábrica de aparatos para laboratorio. (2012). Metodo Kjeldahl/Kjeldahl Method. Grupo Selecta. España: Recuperado de: <http://www.grupo-selecta.com/notasdeaplicaciones/sin-categoria/metodo-Kjeldahl/>.
- Madigan, M., Martinko, J., Dunlap, P., y Clark, D. (2009). Brock. Biología de los microorganismos. (11ª ed). Madrid, España: Pearson Education, S.A.
- Martínez, B. (2004). El manejo higiénico de los alimentos. Guía para la obtención de distintivo H. México DF: Limusa, SA de CV. Grupo Noriega Editores.
- Métodos oficiales de análisis de los alimentos. (1994). Madrid, España: A. Madrid Vicente, Ediciones y Mundi-Prensa Libros, S.A.
- Méndez, J., Pérez, H., Hernández, O., Bolaños, V., y Águila, C. (1996). Evaluación de la calidad de

la carne fresca de bovino de consumo popular en la Ciudad de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Dirección General de Investigación. Programa de Investigación Interdisciplinaria en Salud. –PUIIS-.

Muñoz, M. (2007). Determinación y cuantificación de sulfitos en muestras de embutidos expendidos en diferentes mercados de la ciudad de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Dirección General de Investigación. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Potter, N, Hotchkiss, J. (1995). Ciencia de los alimentos. España: ACRIBASA, S.A.

Ramírez, R. (2009). Tecnología de cárnicos, protocolo académico. Universidad Nacional Abierta y a Distancia de Colombia. Escuela de Ciencias Básicas Tecnológicas e Ingeniería. Recuperado de: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301106/EXE\\_301106/116\\_polifosfatos.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301106/EXE_301106/116_polifosfatos.html).

Ranken, D. (2003). Manual de industrias de la carne. España: Mundi-Prensa Libros.

Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08. (2008). Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos.

Reglamento Técnico Centroamericano. RTCA. 67.04.54.10. (2010). Alimentos y bebidas procesadas. Aditivos Alimentarios.

Reyes, B. (2013). Calidad e inocuidad de los alimentos. México: COFOCALEC.

Rovira, P. (2006). Inocuidad de carnes: un tema relevante en la agenda del INIA. Revista INIA. (9) pp. 1 – pp. 5.

Samayoa, E. (2005). Análisis cuantitativo comparativo del huevo como fuente de proteínas esenciales en la alimentación del ser humano. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Técnicas de análisis fisicoquímico de alimentos. (2007) s. l: s. n.

USDA. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. (2003). Inspección y Asignación de

Categorías ¿Cuál es la diferencia? Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos. Información sobre Inocuidad de Alimentos sobre Carnes y Aves. Recuperado de: [http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/5c41e158-bd76-435d-91fc-a84fd45dfa/Spanish\\_Inspection\\_and\\_Grading.pdf?MOD=AJPERES](http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/5c41e158-bd76-435d-91fc-a84fd45dfa/Spanish_Inspection_and_Grading.pdf?MOD=AJPERES).

Valdiviezo, V. (2010). Estudio del efecto de diferentes niveles de carragenato en la jugosidad de la hamburguesa de carne de res. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Véjar, E. (2005). Prácticas de bioquímica descriptiva. Universidad de Sonora. México: EniSon.

Wirth, F. (1992). Tecnología de los embutidos escaldados. Ciencia y tecnología de la carne. España: ACRIBASA, SA.

Zumbado, H. (2002). Análisis Químico de los Alimentos. Métodos Clásicos. Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad de la Habana.

---

Br. Jessica Esther Pérez Portillo  
Autora de Tesis

---

Licda. Julia Amparo García Bolaños  
Asesora de Tesis

---

Licda. Hada Marieta Alvarado Beteta  
Revisora de Tesis

---

Licda. Hada Marieta Alvarado Beteta  
Directora de Escuela de Química Farmacéutica

---

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda  
Decano de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia